

---

# Empfehlungen zur Umsetzung des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen

---

M.Sc. **Jessica Rausch** (geb. Balluff)  
geboren in Kassel

---



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Fachgebiet  
Verkehrsplanung  
und  
Verkehrstechnik

Chair of Transport  
Planning and  
Traffic Engineering

Prof. Dr.-Ing.  
Manfred Boltze

Vom Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwissenschaften der Technischen Universität Darmstadt  
zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktor-Ingenieurs genehmigte Dissertation

Referent:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze

Korreferent:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. Ralf Roos

Tag der Einreichung: 10. 06.2016

Tag der mündlichen Prüfung: 14.10.2016

---

Herausgeber:

Technische Universität Darmstadt  
Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik  
Otto-Berndt-Straße 2  
64287 Darmstadt

[www.tu-darmstadt.de/verkehr](http://www.tu-darmstadt.de/verkehr)  
[fgvv@verkehr.tu-darmstadt.de](mailto:fgvv@verkehr.tu-darmstadt.de)

Schriftenreihe des Instituts für Verkehr  
Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik  
Heft V35

ISSN 1613-8317

Darmstadt 2016

---

---

## Danksagung

---

Eine wissenschaftliche Arbeit ist nie das Werk einer einzelnen Person, deshalb ist es nun an der Zeit, mich bei allen Menschen zu bedanken, die mir die Erstellung meiner Dissertation ermöglicht haben.

Ein großes Dankeschön möchte ich bei meinem Mentor und Referenten Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze zu kommen lassen. Während meiner Zeit als Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik hat er mich stets unterstützt und mir schließlich die Möglichkeit gegeben, meine Dissertation anzufertigen. Seine Ideen und Anregungen trugen zudem maßgeblich zu dieser Arbeit bei. Daneben ermöglichte er mir, die fachliche Diskussion meiner Ergebnisse auf nationaler und internationaler Ebene.

Ebenso möchte ich Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. Ralf Roos danken, dass er das Korreferat übernommen und mit seinen Anmerkungen zur Weiterentwicklung dieser Arbeit beigetragen hat.

Besonderen Dank geht an den leider bereits verstorbenen Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Hans-Georg Retzko. In vielen Gesprächen zu möglichen Dissertationsthemen stand er mir beratend zur Seite.

Teile meiner Dissertation sind im Rahmen des von dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), geförderten Forschungsprojekts "Konzeption eines integrierten Qualitätsmanagements für das Straßen- und Verkehrswesen" entstanden, daher möchte ich mich bei unserem Projektpartner Durth Roos Consulting GmbH, insbesondere bei Herrn Dr.-Ing. Rainer Hess und Annette Witsche, und unserem Betreuerkreis von Seiten der BASt (Mitglieder Dr.-Ing. Anja Baum, Dirk Heuzeroth und Dr.-Ing. Sven-Martin Nielsen) bedanken.

Meinen ehemaligen KollegInnen Dr.-Ing. Leif Fornauf, Dr.-Ing. Stefan Groer, Frederik Rühl, Moritz von Mörner, Karin Menges, Wei Jiang, Marc Lüke, Huynh Duc Nguyen, Dr.-Ing. Philip Krüger, Dr.-Ing. Nguyen van Nam, Oytun Arslan, Prof. Dr. Hanno Friedrich, Ole Ottemöller, Andreas Balster, Kevin Rolko, Anja Zopf, Nicole von Stetten, Owen Dielemann (ZIV), Christine Breser (ZIV), Jörg Dreiling (ZIV) möchte ich für die schöne gemeinsame Zeit und für die zahlreichen fachlichen Diskussionen und Anregungen hinsichtlich der Erstellung meiner Dissertation und weiteren Projekten danken. Darüber hinaus möchte ich Dr.-Ing. Christian Leitzke für seine hilfreichen Anregungen danken.

Ein herzliches Dankeschön möchte ich an meine Familie und Freunde richten. Ihr moralischer Beistand und der menschliche Halt haben mir Kraft und Mut zur Anfertigung und Vollendung meiner Dissertation gegeben. Doch ein besonders herauszustellender Dank gebührt meinem Mann Henri Rausch. Er bestärkte mich stets, hielt mir den Rücken frei und gab mir so den nötigen Freiraum.

Frankfurt, Oktober 2016

Jessica Rausch



---

## Kurzfassung

---

Für die Bereitstellung eines qualitativ hochwertigen Verkehrssystems müssen die verfügbaren Finanzmittel im Straßen- und Verkehrswesen besonders effizient eingesetzt werden. Das Qualitätsmanagement hat sich hierfür in vielen Bereichen der Industrie als geeignet erwiesen, wird aber im Straßen- und Verkehrswesen bisher erst nur ansatzweise eingesetzt. Dies spiegelt sich auch im Technischen Regelwerk der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) wider. Darin lassen sich zahlreiche Regelungen mit zum Teil großem Einfluss auf die Qualität finden, allerdings fehlt ein einheitlicher Rahmen für ein umfassendes Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen. Die Umsetzung eines solchen Qualitätsmanagements sollte durch Leitfäden unterstützt werden. Während das Technische Regelwerk der FGSV bereits alle fachlichen Informationen bereitstellt, sollten diese Leitfäden auf die Umsetzung des Qualitätsmanagements in der Praxis ausgerichtet werden.

Ziel der Forschungsarbeit ist daher, die Entwicklung eines Musterleitfadens des Qualitätsmanagements (Muster-QM-Leitfaden), welcher als Grundlage für die weitere Ausgestaltung und Ausformulierung des Qualitätsmanagements für die Produkte und Dienstleistungen über alle Lebensphasen im Straßen- und Verkehrswesen dient. Dazu werden zunächst die Grundlagen des Qualitätsmanagements erläutert und auf das Straßen- und Verkehrswesen übertragen, welches im Sinne der FGSV begrifflich abgegrenzt wird. Des Weiteren wird der derzeitige Entwicklungsstand des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen in Deutschland und in ausgewählten Ländern dargestellt. Diese Auswertung zeigt, dass neben dem Technischen Regelwerk in der Praxis einige Ansätze des Qualitätsmanagements zu finden sind und demnach bereits eine gute Grundlage in der Theorie und Praxis besteht.

Anschließend wird das komplexe Straßen- und Verkehrswesen in eigenständige und kombinierbare Bausteine (Module) unterteilt. Dafür werden zunächst die grundlegenden Begriffe der Modularisierung beschrieben und die Kriterien zur Abgrenzung der einzelnen Modularten definiert. Daraufhin werden die Grundmodule des Straßen- und Verkehrswesens basierend auf der Einordnung des Technischen Regelwerks der FGSV in den Qualitätsmanagementprozess abgegrenzt. Zur Umsetzung dieser Grundmodule in die Praxis wird ein Muster-QM-Leitfaden entwickelt, welcher eine Ergänzung zum Technischen Regelwerk der FGSV darstellen soll und schließlich für alle Grundmodule als QM-Leitfaden ausgestaltet werden soll. Abschließend werden Empfehlungen zur Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements bzw. zur Umsetzung des Muster-QM-Leitfadens bzw. der QM-Leitfäden im Straßen- und Verkehrswesen gegeben.

Der Muster-QM-Leitfaden stellt einen ersten konkreten Schritt zur Entwicklung bzw. Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen dar. Allerdings sind zu dessen Umsetzung in der Praxis noch weitere Schritte erforderlich. Dabei steht außer Frage, dass die Umsetzung eines solchen Qualitätsmanagements einen erheblichen organisatorischen und personellen Aufwand mit sich bringt. Ebenso tragen die gewachsenen Strukturen des Technischen Regelwerks der FGSV dazu bei, dass die Umsetzung einen mittel- bis langfristigen Prozess darstellt, den es sorgfältig anzugehen gilt, um den Nutzen eines umfassenden Qualitätsmanagements zu ermöglichen. Zudem wird es sehr wichtig sein, dass die beteiligten Akteure im Straßen- und Verkehrswesen hinreichend motiviert werden und die Prinzipien des Qualitätsmanagements sowohl bei der Weiterentwicklung des Regelwerks als auch bei der Umsetzung in die Praxis beachten.

Die vorliegende Arbeit will einen Beitrag zu dieser Entwicklung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen leisten, indem sie wichtige Grundlagen wissenschaftlich aufbereitet und einen Vorschlag zum weiteren Vorgehen unterbreitet.

---

Diesem Bericht liegen Teile der im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen, unter FE-Nr. 09.0160/2011/MRB durchgeführten Forschungsarbeit zugrunde.

Die Verantwortung für den Inhalt liegt allein beim Autor.

---

## Abstract

---

To provide a high-quality traffic and transport system, the efficient utilization of scarce financial resources is required. Quality management is proven to be beneficial in industrial environments. However, in the field of road traffic and transport it is still rudimentarily applied. This is also reflected in the technical guidelines of the German Road and Transportation Research Association (FGSV). Therein, numerous regulations with sometimes large influence regarding quality can be found; however, a uniform framework for quality management in road traffic and transport has not been developed yet. For the implementation of such a quality management, additional guidance should be given through manuals. While the German technical guidelines provide all technical information, the manuals are aligned with the implementation of quality management in practice.

Therefore, aim of the research is to develop a sample manual of quality management (sample QM manual) which serves as a basis for refinement and formulation of quality management for all products and services in road traffic and transport. For this purpose, the basics of quality management were discussed and transferred to road traffic and transport which has been defining within the meaning of FGSV. By presenting the current state of development of quality management for road traffic and transport in Germany and selected countries, in addition to the technical guidelines some approaches of quality management can be identified in practice. Thus, a good basis for implementation an overall quality management exists in theory and practice.

Afterwards, the complex road traffic and transport was divided into independent and combinable components (modules). Therefore, the basic definitions of modularization were described and suitable criteria for classification were identified. Then, basic modules of road traffic and transport were classified based on assigning the German technical guidelines into the quality management process. Implementing the basic modules in practice, a sample QM manual was developed which should complement the existing German technical guidelines and can be formulated for all basic modules. Concluding, recommendations for implementation of an overall quality management and QM manual in road traffic and transport were given.

The sample QM manual represents one first step towards developing respectively implementation of an overall quality management in road traffic and transport. However, for its implementation further steps are required. But the implementation of such a quality management needs a huge organizational effort and human resources. Also, the existing structures of German technical guidelines contribute that implementation is a medium-term to long-term process which should be implement carefully to address the benefits of an overall quality management. Furthermore it will be important that the actors which are involved in traffic and transport are sufficiently motivated and the principles of quality management are considered in the development of technical guidelines and in the implementation in practice.

The purpose of this study is to contribute to this development of a comprehensive quality management in traffic and transport by preparing the important basis scientifically and by purposing the next required steps.

---

This report is based on parts of the research project carried out at the request of the Federal Ministry for Transport and digital Infrastructure, represented by the Federal Highway Research Institute, under research project No. 09.160/2011/MRB.

The author is solely responsible for the content.





---

## Inhaltsverzeichnis

---

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Einleitung .....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1. Problemstellung .....  | 1         |
| 1.2. Zielstellung und Forschungsfragen.....   | 2         |
| 1.3. Aufbau der Arbeit und methodisches Vorgehen.....                                   | 3         |
| 1.4. Vorarbeiten.....   | 5         |
| <b>2. Grundlagen des Qualitätsmanagements .....</b>                                     | <b>7</b>  |
| 2.1. Einführung .....   | 7         |
| 2.2. Begriffsbestimmungen .....   | 7         |
| 2.2.1. Qualität und Qualitätsmanagement .....   | 7         |
| 2.2.2. Elemente des Qualitätsmanagements.....   | 8         |
| 2.2.3. Prozesse .....   | 11        |
| 2.2.4. Ergebnisse .....   | 11        |
| 2.2.5. Lebensphasen .....   | 13        |
| 2.3. Entwicklung des Qualitätsmanagements .....   | 15        |
| 2.4. Konzepte und Modelle des Qualitätsmanagements.....                                 | 18        |
| 2.4.1. Normenreihe DIN EN ISO 9000 ff. ....   | 18        |
| 2.4.2. Performance Measurement .....  | 19        |
| 2.4.3. Modell der European Foundation for Quality Management.....                       | 21        |
| 2.4.4. Six Sigma .....  | 22        |
| 2.4.5. Balanced Scorecard .....   | 24        |
| 2.5. Fazit .....  | 24        |
| <b>3. Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen .....</b>                       | <b>26</b> |
| 3.1. Einführung .....   | 26        |
| 3.2. Definition des Straßen- und Verkehrswesens .....                                   | 26        |
| 3.2.1. Allgemeine Definition .....  | 26        |
| 3.2.2. Abgrenzung im Sinne der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen    | 27        |
| 3.2.3. Abgrenzung des Straßen- und Verkehrswesens für ein umfassendes                   |           |
| Qualitätsmanagement.....  | 30        |
| 3.3. Akteure im Straßen- und Verkehrswesens.....  | 30        |
| 3.3.1. Beschreibung der Akteure.....  | 30        |
| 3.3.2. Ziele der Akteure .....  | 32        |
| 3.3.3. Nutzen eines Qualitätsmanagements für die verschiedenen Akteure .....            | 33        |
| 3.4. Elemente im Straßen- und Verkehrswesen .....                                       | 35        |
| 3.5. Prozesse im Straßen- und Verkehrswesen .....                                       | 38        |
| 3.6. Ergebnisse im Straßen- und Verkehrswesen.....                                      | 38        |
| 3.7. Lebensphasen im Straßen- und Verkehrswesen.....                                    | 41        |
| 3.8. Fazit .....  | 43        |
| <b>4. Entwicklungsstand des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen.....</b> | <b>44</b> |
| 4.1. Einführung .....   | 44        |

|   |            |
|---|------------|
| 4.2. Entwicklungsstand in Deutschland.....  | 45         |
| 4.2.1. Technisches Regelwerk.....   | 45         |
| 4.2.2. Praxis .....   | 47         |
| 4.2.3. Beispiel Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung .....  | 54         |
| 4.3. Entwicklungsstand im Ausland .....   | 59         |
| 4.3.1. Australien.....  | 59         |
| 4.3.2. Japan.....   | 62         |
| 4.3.3. Schweiz .....  | 66         |
| 4.3.4. Vereinigte Staaten von Amerika.....  | 68         |
| 4.3.5. Beispiel Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung .....  | 76         |
| 4.4. Fazit .....  | 82         |
| <b>5. Handlungsleitlinien zur Entwicklung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen .....</b>      | <b>84</b>  |
| 5.1. Einführung .....   | 84         |
| 5.2. Rahmenbedingungen für die Entwicklung eines Qualitätsmanagements .....   | 84         |
| 5.2.1. Definition von Zuständigkeiten und Aufgabenbereiche .....  | 84         |
| 5.2.2. Berücksichtigung von übergeordneten Anforderungen an ein Qualitätsmanagement und an dessen Ausgestaltung .....         | 89         |
| 5.3. Aufgaben zur Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements.....   | 93         |
| 5.3.1. Umsetzung im Technischen Regelwerk .....   | 94         |
| 5.3.2. Umsetzung als Leitfäden.....   | 95         |
| 5.4. Fazit .....  | 96         |
| <b>6. Modularisierung des Straßen- und Verkehrswesens .....</b>   | <b>98</b>  |
| 6.1. Einführung .....   | 98         |
| 6.2. Begriffe der Modularisierung .....   | 98         |
| 6.3. Beschreibung von Kriterien zur Abgrenzung der Module.....  | 100        |
| 6.3.1. Kriterien zur Abgrenzung von Grundmodulen.....   | 100        |
| 6.3.2. Kriterien zur Abgrenzung von übergeordneten Modulen .....  | 103        |
| 6.4. Definition von Grundmodulen .....  | 104        |
| 6.4.1. Einordnung des Technischen Regelwerks in den Qualitätsmanagementprozess.....   | 104        |
| 6.4.2. Abgrenzung und Beschreibung von Grundmodulen .....   | 107        |
| 6.4.3. Beispiel Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung .....  | 109        |
| 6.5. Definition von übergeordneten Modulen.....   | 111        |
| 6.5.1. Modularisierung nach Oberzielen .....  | 111        |
| 6.5.2. Modularisierung nach Bezugsgruppen .....   | 113        |
| 6.6. Wechselwirkungen zwischen den Modulen .....  | 115        |
| 6.7. Fazit .....  | 117        |
| <b>7. Entwicklung eines Musterleitfadens für die Umsetzung eines Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen .....</b> | <b>118</b> |
| 7.1. Einführung .....   | 118        |
| 7.2. Inhaltliche Abgrenzung zum Technischen Regelwerk.....  | 118        |
| 7.2.1. Beschreibung des Technischen Regelwerks .....  | 118        |
| 7.2.2. Abgrenzung zwischen dem Technischen Regelwerk und der Leitfäden für Qualitätsmanagement.....                           | 121        |
| 7.2.3. Vorschlag zur Erweiterung der Systematik des Technischen Regelwerks .....  | 123        |

|  |            |
|--|------------|
| 7.3. Abgrenzung zum Qualitätsmanagement-Handbuch nach DIN EN ISO 9000:2015-11 .....              | 124        |
| 7.4. Inhalte der Leitfäden des Qualitätsmanagements .....  | 127        |
| 7.4.1. Struktur - Grundlagen.....  | 128        |
| 7.4.2. Struktur - Qualitätsmanagement in den Lebensphasen.....                                   | 128        |
| 7.4.3. Struktur - Anhang.....  | 130        |
| 7.5. Anwendung am Beispiel der Grundmodule Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung.           | 130        |
| 7.5.1. Struktur - Grundlagen.....  | 130        |
| 7.5.2. Struktur - Qualitätsmanagement in den Lebensphasen.....                                   | 131        |
| 7.5.3. Struktur - Anhang.....  | 131        |
| 7.6. Fazit .....   | 131        |
| <b>8. Empfehlungen zur Umsetzung des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen.....</b> | <b>133</b> |
| 8.1. Einführung .....  | 133        |
| 8.2. Allgemeine Empfehlungen .....   | 133        |
| 8.2.1. Voraussetzungen zur Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements .....                | 133        |
| 8.2.2. Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements .....                                    | 134        |
| 8.3. Empfehlungen zur Einführung der Leitfäden des Qualitätsmanagements .....                    | 135        |
| 8.3.1. Allgemeine Empfehlungen .....   | 135        |
| 8.3.2. Empfehlungen zur Umsetzung der Leitfäden des Qualitätsmanagements .....                   | 136        |
| <b>9. Fazit und Ausblick .....</b>   | <b>138</b> |
| 9.1. Zusammenfassung der Ergebnisse.....   | 138        |
| 9.2. Fazit und weiterer Forschungsbedarf .....   | 142        |
| <b>Literaturverzeichnis.....</b>   | <b>144</b> |
| <b>Bildverzeichnis .....</b>   | <b>170</b> |
| <b>Tabellenverzeichnis.....</b>  | <b>172</b> |
| <b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>  | <b>173</b> |
| <b>Anlagen .....</b>   | <b>174</b> |



---

# 1 Einleitung

---

## 1.1 Problemstellung

Eine hohe Verkehrsqualität ist ein wichtiger **Standortfaktor**, welcher die Attraktivität einer Region für Unternehmen, Bewohner, Berufspendler oder Besucher maßgeblich beeinflusst. Sie trägt erheblich zur wirtschaftlichen Entwicklung einer Stadt oder Region bei. Neben ökonomischen Aspekten prägen aber auch **ökologische und soziale Belange** die Verkehrsqualität. Verkehrsunfälle, Störungen im Verkehrsablauf, schlechte bauliche Zustände der Verkehrsanlagen sowie eine zunehmende Verkehrsbelastung verschlechtern die Verkehrsqualität erheblich, wenn diesen Mängeln nicht frühzeitig mit gezielten Maßnahmen entgegengewirkt wird. Zudem wird das Verkehrswesen durch strengere Vorgaben bezüglich des Umweltschutzes vor neue Herausforderungen gestellt und Maßnahmen zur Luftreinhaltung und Lärminderung, wie bspw. Lkw-Durchfahrtsverbote, können unter Umständen zu einem Zielkonflikt mit der Sicherung der Erreichbarkeit der Städte führen. Des Weiteren ist trotz der wachsenden Herausforderungen nur ein **begrenztes Budget** für den Ausbau, die Instandhaltung und den Betrieb der Verkehrsnetze verfügbar. Dies führt dazu, dass die begrenzten finanziellen Mittel für diesen Bereich besonders effizient und zielgerichtet eingesetzt werden müssen, damit die Funktionsfähigkeit und eine hohe Qualität der Verkehrsnetze sichergestellt werden können.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, empfiehlt der Wissenschaftliche Beirat beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) in einer Stellungnahme, ebenso wie BLEES & ROOS (2004), ein **systematisches und umfassendes Qualitätsmanagement** im Straßen- und Verkehrswesen (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013).

Während ein systematisches Qualitätsmanagement in der privaten Wirtschaft in vielen Branchen bereits etabliert ist, fanden Ansätze zum Qualitätsmanagement recht spät und erst mit zunehmender marktwirtschaftlicher Orientierung ihren Einzug in das Straßen- und Verkehrswesen. Für den Straßenverkehr, der traditionell nicht durch eine marktwirtschaftlich beeinflusste **Kunden-Lieferanten-Beziehung** geprägt ist, existieren teilweise schon Konzepte zur Sicherstellung der Qualität bspw. im Bereich Verkehrssicherheit. Auch in der öffentlichen Verwaltung kommen zunehmend Denkansätze aus dem Bereich der Privatwirtschaft zum Tragen („Dienstleistungsgedanke“), die sich bisher jedoch in der Regel vorrangig auf einzelne Produkte, Dienstleistungen und Prozesse beziehen.

Die Sicherstellung der Qualität erfolgt im Straßen- und Verkehrswesen bisher weitgehend durch **isolierte Ansätze** bzw. als Reaktion auf akute Mängel. Sie ist von Intuition sowie individuellem Sachwissen geprägt und wird durch die einsetzbaren Ressourcen sowie die verfügbaren Methoden und Verfahren beschränkt (BOLTZE, 2005; BOLTZE, 2009). Somit kann festgehalten werden, dass bisher noch **kein vollständiges, übergeordnetes Konzept für ein Qualitätsmanagement** für diesen Bereich entwickelt wurde (JENTSCH, 2009).

Mit Hilfe eines koordinierten Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen kann jedoch dazu beigetragen werden, die **Prozess- und Ergebnisqualität** der betrachteten Verkehrssysteme zu sichern und zu verbessern, wodurch erhebliche **Effizienzsteigerungen** zu erwarten sind (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013).

Zudem wird mittels eines umfassenden Qualitätsmanagementsansatzes die **Verknüpfung des gesamten Lebenszyklus**, bestehend aus Planung, Entwurf, Bau, Betrieb, Erhaltung sowie Umnutzung bzw. Rückbau einer Straße, wesentlich verbessert. Vorteile ergeben sich hieraus insbesondere für die Straßen- und Verkehrsverwaltungen, die in ihrem laufenden Modernisierungsprozess und in ihrem Bemühen um Effizienzsteigerungen Unterstützung erhalten.

---

Beispiele für solche Verbesserungen sind das unterhaltungsfreundliche Entwerfen von Straßenverkehrsanlagen, die Anwendung nachhaltiger Bauverfahren sowie die an der Aufrechterhaltung des Zustands orientierte Steuerung der Straßenunterhaltung und -erhaltung. Weiterhin reduziert ein einheitlicher Rahmen, welcher von einer Gesamtarchitektur des Qualitätsmanagements getragen wird, das Risiko von **widersprüchlichen Anforderungen und Festlegungen** in den zu beachtenden Regelwerken. Damit wird auch den Unternehmen der Privatwirtschaft die Arbeit erleichtert, weil Anforderungen zielgerichteter definiert werden können. Eine große Anzahl von Einzelanforderungen lässt sich in vielen Fällen durch eine einzelne Verhaltensanforderung ersetzen, was zudem auch Raum für Innovationen eröffnet.

Darüber hinaus profitieren Verkehrsteilnehmer und Anlieger von den Verbesserungen durch ein Qualitätsmanagement. Es erleichtert die vollständige **Berücksichtigung aller Interessen** und ermöglicht somit im Falle des **Auftretens von Zielkonflikten** (wie z. B. Griffigkeit der Fahrbahnoberfläche versus Geräuschemission des Reifen-Fahrbahn-Kontakts) das Finden ausgewogenerer Kompromisse. Zu Effizienzsteigerungen trägt insbesondere bei, dass durch die genaue Kenntnis der Qualität die knappen Finanzmittel gezielt dort eingesetzt werden können, wo der größte Bedarf besteht und wo sie den größten Nutzen stiften. Auch erforderliche Einsparungen können gezielt dort vorgenommen werden, wo die Qualität am wenigsten beeinträchtigt wird. (BOLTZE ET AL., 2014A; BOLTZE ET AL., 2014B)

Letztendlich wird es erst mit einem umfassenden Qualitätsmanagement für das Straßen- und Verkehrswesen möglich sein, die **Angebotsqualität der Straßeninfrastruktur** hinsichtlich der **Verkehrssicherheit**, der **Umweltverträglichkeit** und der **Leistungsfähigkeit** zu steuern und dabei einen **effizienten Mitteleinsatz** zu gewährleisten. Die Umsetzung eines solchen Qualitätsmanagements sollte dabei durch Leitfäden unterstützt werden. Während das Technische Regelwerk bereits sehr umfassend fachliche Informationen bereitstellt, sollten die Leitfäden auf die Umsetzung des Qualitätsmanagements in der Praxis (im Sinne eines Qualitätsmanagement-Handbuchs) ausgerichtet werden. Eine Integration aller qualitätsmanagementrelevanten Aussagen in das Technische Regelwerk (anstelle separater Leitfäden) wird in dieser Arbeit aus folgenden Gründen nicht verfolgt:

- Die **Handhabbarkeit** des Technischen Regelwerks erscheint durch eine klare **Trennung** der Aussagen bzw. Inhalte günstiger.
- Die **etablierte Struktur** des Technischen Regelwerks sollte keine zu starke **Veränderung** erfahren.
- Eine **schrittweise Erweiterung** um separate Leitfäden lässt bei den individuellen Bearbeitern des Technischen Regelwerks eine deutlich **größere Akzeptanz** als eine weitreichende Neufassung des Technischen Regelwerks erwarten.

## 1.2 Zielstellung und Forschungsfragen

### *Zielstellung*

Die vorliegende Forschungsarbeit verfolgt das Ziel, zur Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen ein **Musterleitfaden** zu entwickeln, um ein einheitliches Qualitätsmanagement für alle Produkte und Dienstleistungen in diesem Bereich zu gewährleisten. Darüber hinaus sollen **Empfehlungen** für die Umsetzung und Ausgestaltung dieses Musterleitfadens zu Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) und Empfehlungen zu seiner praktischen Anwendung im Straßen- und Verkehrswesen formuliert werden.

Während die ersten Qualitätsmanagementanwendungen im Straßen- und Verkehrswesen weitgehend unabhängig voneinander entwickelt wurden und somit mögliche Synergien kaum bzw. nicht genutzt werden konnten, soll nun ein einheitlicher Rahmen für ein umfassendes

---

Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen in Form von QM-Leitfäden entwickelt werden. Dieser zu entwickelnde **Qualitätsmanagementansatz** integriert dabei die folgenden Dimensionen:

- **Akteure:** Der Ansatz beachtet alle Akteure, die Anforderungen an das Verkehrssystem stellen. Dies sind neben dem Betreiber bzw. dem Aufgabenträger die Verkehrsteilnehmer aus Personen- und Wirtschaftsverkehr, die Politik sowie die Gesellschaft.
- **Qualitätsmanagementelemente:** Der Ansatz bezieht sich auf die vier Elemente eines Qualitätsmanagements, d. h. auf Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung.
- **Prozesse, Produkte und Dienstleistungen:** Der Ansatz beachtet alle im Straßen- und Verkehrswesen auftretenden Prozesse, Produkte und Dienstleistungen, die dem Erreichen der Kunden- bzw. Nutzerzufriedenheit und dem Streben nach Effizienz dienen.
- **Lebensphasen:** Der Ansatz berücksichtigt den gesamten Lebenszyklus bestehend aus Planung, Realisierung, Betrieb, Erhaltung sowie Umnutzung bzw. Rückbau von Produkten und Dienstleistungen im Straßen- und Verkehrswesen.
- **Wirkungsfelder:** Der Ansatz bezieht alle Wirkungsfelder ein, an die Anforderungen von den Beteiligten gestellt werden, d. h. Anforderungen in Bezug auf die Verkehrssicherheit, die Umwelt, die Mobilität und die Wirtschaftlichkeit.
- **Bestehende Ansätze:** Der Ansatz berücksichtigt die bereits bestehenden Ansätze des Qualitätsmanagements.

#### *Forschungsfragen*

Zur Entwicklung eines Musterleitfadens für das Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen sollen im Rahmen dieser Arbeit die folgenden Forschungsfragen untersucht werden:

- Können die **Grundlagen des Qualitätsmanagements** nach DIN EN ISO 9000:2015-11 auf das Straßen- und Verkehrswesen übertragen werden?
- Wie ist der aktuelle nationale sowie internationale **Entwicklungsstand des Qualitätsmanagements** in der Forschung und in der Praxis?
- Wie kann das **komplexe Straßen- und Verkehrswesen** in Übereinstimmung mit dem bestehenden Technischen Regelwerk der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) **modularisiert** werden? Welches sind die geeigneten **Kriterien** zur Abgrenzung?
- Wie und in welcher Form kann ein **Qualitätsmanagement** im Straßen- und Verkehrswesen **umgesetzt** werden?
- Wie sind die **Inhalte** des Musterleitfadens von den Inhalten des Technischen Regelwerks der FGSV **abzugrenzen**?
- Wie sollte der Musterleitfaden zur **Umsetzung des Qualitätsmanagements** im Straßen- und Verkehrswesen aussehen? Welche **Inhalte** sollte der Musterleitfaden aufweisen, um eine einheitliche Qualitätsermittlung und somit eine Vergleichbarkeit der einzelnen Module zu ermöglichen?
- Welche **Empfehlungen** können **zur Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements** im Straßen- und Verkehrswesen gegeben werden?

### **1.3 Aufbau der Arbeit und methodisches Vorgehen**

Zur Entwicklung eines Musterleitfadens für die Umsetzung eines Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen ist die vorliegende Arbeit in drei wesentliche Arbeitspakete unterteilt:

- Grundlagen,
- Konzept zur Umsetzung und
- Empfehlungen.

Für die Bearbeitung der Arbeitspakete sind diese in weitere Arbeitsschritte unterteilt worden, welche nachfolgend durch eigenständige Kapitel repräsentiert und im Folgenden gemeinsam mit dem methodischen Vorgehen beschrieben werden. Abbildung 1 zeigt den Aufbau dieser Arbeit.

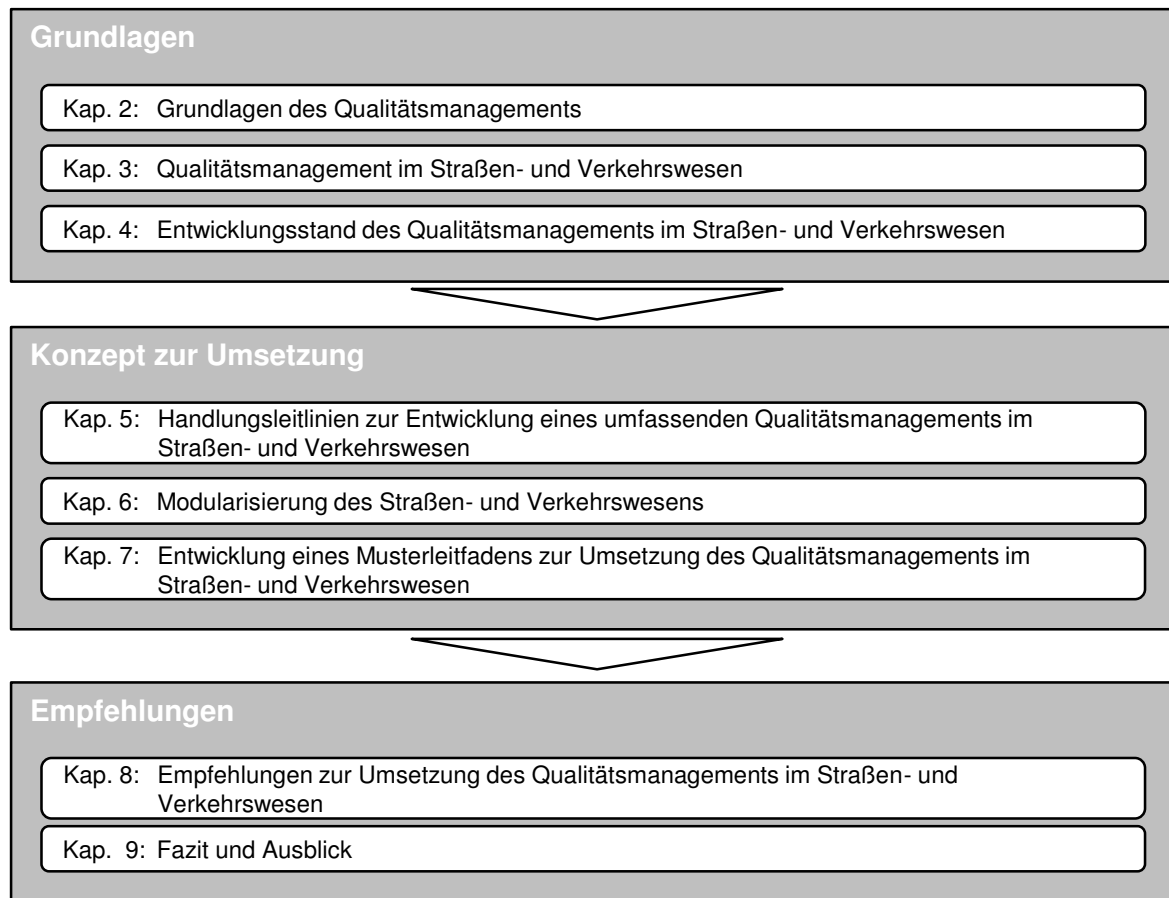


Abbildung 1: Aufbau der Arbeit

In **Kapitel 2** werden zunächst basierend auf einer umfassenden Literaturrecherche die Grundlagen des Qualitätsmanagements erläutert, insbesondere hinsichtlich der verwendeten Begriffsbezeichnungen nach der DIN-Normenfamilie, der Konzepte bzw. der Modelle und der Entwicklung des Qualitätsmanagements.

**Kapitel 3** umfasst die begriffliche Abgrenzung des Straßen- und Verkehrswesens im Allgemeinen sowie im Sinne der FGSV, welche anhand einer Literaturrecherche sowie einer Analyse des Technischen Regelwerks bezüglich der berücksichtigten Verkehrsobjekte und Verkehrsmedien (Land-, Wasser- und Luftraum) durchgeführt wird. Zudem werden die Akteure im Straßen- und Verkehrswesen, ihre verfolgten Ziele und der potenzielle Nutzen eines Qualitätsmanagements für diese Akteure dargestellt. Abschließend werden die Begriffe des Qualitätsmanagements gemäß Kapitel 6 auf das Straßen- und Verkehrswesen übertragen.

Auf Grundlage der in BOLTZE ET AL. (2014A) durchgeführten Analyse des Technischen Regelwerks sowie einer nationalen und internationalen Literaturrecherche wird in **Kapitel 4** der derzeitige Entwicklungsstand des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen in Deutschland und in ausgewählten Ländern (Australien, Japan, Schweiz und Vereinigte Staaten von Amerika) dargestellt. Darüber hinaus wird als Beispiel der Entwicklungsstand des Qualitätsmanagements für Lichtsignalanlagen sowohl in Deutschland als auch in den betrachteten Ländern vertieft.



---

In **Kapitel 5** werden die Rahmenbedingungen für die Entwicklung und Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements festgelegt, indem die Zuständigkeiten und Aufgabenbereiche bei der Umsetzung definiert sowie die übergeordneten Anforderungen an ein Qualitätsmanagement und an dessen Ausgestaltung beschrieben werden. Des Weiteren werden die Aufgaben zur schrittweisen Umsetzung eines Qualitätsmanagements beschrieben.

Die Modularisierung des Straßen- und Verkehrswesens ist Gegenstand von **Kapitel 6**. Dazu werden zunächst die grundlegenden Begriffe der Modularisierung beschrieben und die Kriterien zur Abgrenzung der Modulararten Grundmodule und übergeordnete Module definiert. Anschließend werden die Grundmodule des Straßen- und Verkehrswesens basierend auf einer Einordnung des Technischen Regelwerks der FGSV in den Qualitätsmanagementprozess abgegrenzt. Zudem werden zwei Beispiele für übergeordnete Module näher erläutert, um die Definition solcher bedarfsorientiert gebildeten Module zu verdeutlichen.

In **Kapitel 7** wird ein Musterleitfaden zur Umsetzung des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen (Muster-QM-Leitfaden) entwickelt. Im ersten Schritt wird dazu der Inhalt eines solchen Muster-QM-Leitfadens von dem des vorhandenen Technischen Regelwerks der FGSV sowie von dem des Qualitätsmanagement-Handbuchs nach DIN EN ISO 9001:2015-11 abgegrenzt. Im zweiten Schritt werden die einzelnen Inhalte des Muster-QM-Leitfadens in einem Entwurf zusammengestellt, welcher anschließend für das Grundmodul Lichtsignalanlage im Betrieb beispielhaft angewendet wird.

**Kapitel 8** beschäftigt sich zum einen mit allgemeinen Empfehlungen zur Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements und zum anderen mit konkreten Empfehlungen für die Umsetzung des Muster-QM-Leitfadens und dessen Anwendung im Straßen- und Verkehrswesen.

In **Kapitel 9** schließt die Arbeit mit einer Zusammenfassung sowie einem Ausblick auf den weiteren Forschungsbedarf im Bereich des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen.

## 1.4 Vorarbeiten

Teile dieser Arbeit sind von der Verfasserin im Rahmen des Forschungsprojekts "Konzeption eines integrierten Qualitätsmanagements für das Straßen- und Verkehrswesen" erstellt worden, das durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen, finanziert wurde (FE 09.0160/2011/MRB). Dieses Projekt wurde in den Jahren 2012 bis 2014 am Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Technischen Universität Darmstadt (Leitung Prof. Dr.-Ing. M. Boltze) in Zusammenarbeit mit der Durth Roos Consulting GmbH (Leitung: Dr.-Ing. R. Hess) bearbeitet (*BOLTZE ET AL., 2014A; BOLTZE ET AL., 2014B*).

Wesentliches Ziel des Forschungsprojekts war es, die **Entwicklung eines Konzepts für ein integriertes Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen** anzuregen und die dazu notwendigen Schritte für die Erarbeitung eines Qualitätsmanagements in der Praxis zu beschreiben. Dazu wurden mit Fokus auf den überörtlichen Straßenverkehr folgende Punkte bearbeitet:

- Darstellung der Grundlagen des Qualitätsmanagements und der Analyse des aktuellen Forschungsstands zum Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen,
- Analyse der Akteure im Straßen- und Verkehrswesen, der von ihnen verfolgten Ziele und des potenziellen Nutzens eines Qualitätsmanagements für diese Akteure sowie Erarbeitung der spezifischen Anforderungen an ein Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen,
- Analyse des Technischen Regelwerks der FGSV bzgl. qualitätsrelevanter Aussagen, Überprüfung auf Vollständigkeit der Aussagen,

- 
- Formulierung der weiteren erforderlichen Schritte zur Operationalisierung eines Qualitätsmanagements in der Praxis, einschließlich der Entwicklung einer Rahmenarchitektur sowie Umsetzung im Technischen Regelwerk und als Leitfäden.

Ergebnisse dieses Forschungsprojekts werden in den einzelnen Kapiteln dieser Arbeit aufgegriffen und weiter vertieft. Soweit Ergebnisse herangezogen werden, die nicht von der Verfasserin eigenständig erstellt wurden, wird dies kenntlich gemacht. Teile dieser Ergebnisse wurden noch auf der Grundlage der DIN EN ISO 9000:2005-12 und DIN EN ISO 9001:2008-12 angefertigt, welche im Jahr 2015 durch Neuauflagen ersetzt wurden. Für die vorliegende Arbeit wurden daher die betroffenen Abschnitte gemäß der Neuauflagen DIN EN ISO 9000:2015-11 und DIN EN ISO 9001:2015-11 überarbeitet.

---

## 2 Grundlagen des Qualitätsmanagements

---

### 2.1 Einführung

Um ein umfassendes Qualitätsmanagement für das Straßen- und Verkehrswesen entwickeln zu können, muss ein grundlegendes Verständnis für die relevanten Begriffe, Konzepte und Modelle des Qualitätsmanagements geschaffen werden. In diesem Kapitel wird daher zunächst auf die Bedeutung von Qualität in der Gesellschaft eingegangen, und darauf basierend werden die Begriffsbezeichnungen dargelegt, welche innerhalb des Qualitätsmanagements Verwendung finden. Anschließend werden die historische Entwicklung und die Konzepte bzw. Modelle des Qualitätsmanagements aufgezeigt. Das Kapitel schließt mit einem Fazit, inwieweit die dargestellten Grundlagen des Qualitätsmanagements auf das Straßen- und Verkehrswesen übertragen werden können.

Ausgangspunkt für die vertiefenden Betrachtungen im nachfolgenden Kapitel ist eine kurzgefasste Darstellung der Grundlagen des Qualitätsmanagements, die im Rahmen von BOLTZE ET AL. (2014A) (veröffentlicht in BOLTZE ET AL., 2014B) und in enger Abstimmung mit dem Fachgebiet Unternehmensführung und Logistik der Technischen Universität Darmstadt (Leitung: Prof. Dr. R. Elbert) erarbeitet wurde.

### 2.2 Begriffsbestimmungen

#### 2.2.1 Qualität und Qualitätsmanagement

Seit den letzten Jahrhunderten hat Qualität einen hohen Stellenwert in der Gesellschaft. Gründe hierfür sind zum einen in dem steigenden Wettbewerb zwischen Unternehmen der Privatwirtschaft zu sehen, welche ihre Erfolge aus der Qualität der angebotenen Produkte und Dienstleistungen beziehen. Zum anderen gewinnt aber auch Qualität aufgrund der wachsenden Kundenerwartungen sowie der höheren Komplexität der Produkte und Dienstleistungen in Planung und Entwicklung (z. B. Produktentwicklung verteilt in unterschiedlichen Ländern) immer stärker an Bedeutung. (MEFFERT & BRUHN, 2012; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012) Nachfolgend werden die Begriffe Qualität und Qualitätsmanagement näher beschrieben.

##### *Qualität*

Der Begriff **Qualität** hat per se eine positive Bedeutung. So ist die Verwendung des Begriffs im allgemeinen Sprachgebrauch gleichbedeutend für eine „gute“ Qualität, was sich auch in Begriffsbezeichnungen wie Qualitätsprodukt und Lebensqualität zeigt. Für die Bezeichnung einer „schlechten“ oder „geringen“ Qualität muss hingegen das jeweilige Adjektiv hinzugefügt werden.

Im Gegensatz zum allgemeinen Sprachgebrauch wird Qualität in der Fachsprache als wertneutraler Begriff verwendet. Die Neutralität des Begriffs zeichnet sich bereits bei der Ableitung aus dem Lateinischen ab, wobei „qualitas“ als Beschaffenheit oder Eigenschaft übersetzt werden kann. In der Fachliteratur sind jedoch verschiedene Begriffsdefinitionen zu finden. So beschreibt die Deutsche Gesellschaft für Qualität (DGQ) Qualität als die „realisierte Beschaffenheit einer Einheit bzgl. Qualitätsforderung“ (DGQ, 1993). DIN 55350-11:2008-05 definiert dabei Beschaffenheit als „Gesamtheit der inhärenten Merkmale einer Einheit sowie der zu diesen Merkmalen gehörenden Merkmalswerte“. In der praxisnahen Literatur entspricht der Terminus Qualität oft der Übereinstimmung eines Ist-Wertes mit einem vorgegebenen Sollwert (BECKER, 2006; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012). Um aber eine international einheitliche Verwendung des Begriffs sicherstellen zu können, wurde in DIN EN ISO 9000:2015-11 Qualität als „Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale eines Objekts Anforderungen erfüllt“ definiert.

---

Die verschiedenen Definitionen des Qualitätsbegriffs vereinen somit zwei grundsätzliche Begriffsansätze (BRUHN, 1999; BRUHN, 2012; BRUHN, 2013):

- produktbezogener Qualitätsbegriff und
- kundenbezogener Qualitätsbegriff.

Innerhalb der **produktbezogenen Sichtweise** kann Qualität als Summe der vorhandenen Produkteigenschaften verstanden werden, welche mittels objektiver und messbarer Merkmale beschrieben werden können. Daneben stellt die **kundenbezogene Sichtweise** die Wahrnehmung der Eigenschaften eines Produkts oder einer Dienstleistung durch den Kunden in den Vordergrund. Dabei bilden nicht objektive Merkmale, sondern die subjektive Kundenwahrnehmung die Basis für ein Qualitätsurteil, ob ihre Erwartungen bzw. die von ihnen festgelegten Anforderungen erfüllt worden sind. (BRUHN, 1999; BRUHN, 2012; BRUHN, 2013) Je besser die Eigenschaften eines Produkts oder einer Dienstleistung die festgelegten Anforderungen erfüllen, desto höher ist die Qualität und um so zufriedener ist somit auch der Kunde (PIECHOTTA, 2008; MÜLLER, 2014; ZECH, 2015). Daher hat Qualität einen unmittelbaren Einfluss auf die Entscheidung eines Kunden hinsichtlich des Kaufs oder der Inanspruchnahme eines Produkts (GEIGER & KOTTE, 2008).

### *Qualitätsmanagement*

Um die Kundenzufriedenheit zu erhöhen und damit die Kundenentscheidung für ein Produkt oder Dienstleistung beeinflussen zu können, stellt das **Qualitätsmanagement** eine wesentliche Unterstützung für Organisationen<sup>1</sup> dar.

Gemäß DIN EN ISO 9000:2015-11 wird Qualitätsmanagement als „Management bezüglich Qualität“ definiert, wobei Management als „aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zum Führen und Steuern einer Organisation“ beschrieben wird. Management umfasst dabei „das Festlegen von Politik, Zielen und Prozessen zum Erreichen dieser Ziele“. Die Politik beinhaltet „Absichten und Ausrichtung einer Organisation“ hinsichtlich Qualität und bildet somit die Grundlage für Festlegen und Bewerten der hinsichtlich Qualität angestrebten Ziele (DIN EN ISO 9000:2015-11). Zur Erreichung der festgelegten Qualitätspolitik und Qualitätsziele werden im Qualitätsmanagement die vier Bereiche Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung ausformuliert.

Des Weiteren ergänzt die DGQ zu dem Begriff Qualitätsmanagement, dass sich das Qualitätsmanagement auf „alle Tätigkeiten des Gesamtmanagements“ bezieht und zusätzlich Verantwortungen festlegt (DGQ, 1993). Darüber hinaus definiert DIN 55350-11:2008-05 ein umfassendes Qualitätsmanagement als ein „in allen Bereichen einer Organisation angewendetes Qualitätsmanagement“.

## **2.2.2 Elemente des Qualitätsmanagements**

Das Qualitätsmanagement kann im Allgemeinen als „das Bestreben, Qualität zu schaffen und zu beherrschen“, verstanden werden (INJAC, 2007). Um dies zu ermöglichen, werden im Qualitätsmanagement die Elemente Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung unterschieden, welche auf den Erkenntnissen des vorhergehenden Elements aufbauen. In Abbildung 2 ist der Zusammenhang zwischen den einzelnen Elementen des Qualitätsmanagements, welche nachfolgend näher erläutert werden, dargestellt.

---

<sup>1</sup> Gemäß DIN EN ISO 9000:2015-11 wird eine Organisation als eine „Person oder Personengruppe, die eigene Funktionen mit Verantwortlichkeiten, Befugnissen und Beziehungen hat, um ihre Ziele zu erreichen“, definiert.

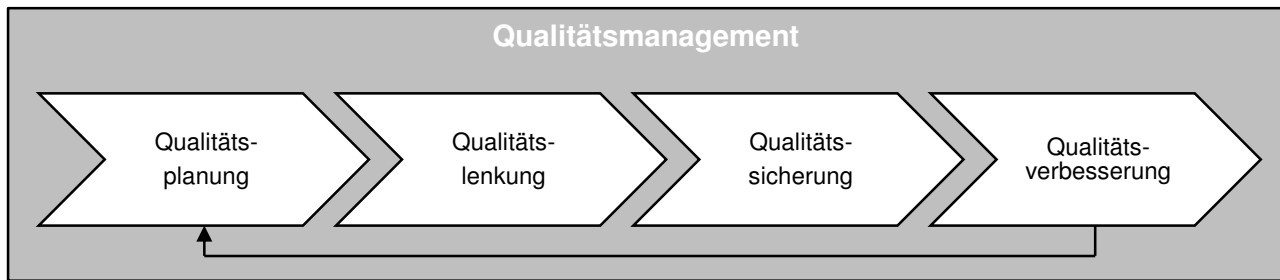


Abbildung 2: Elemente des Qualitätsmanagements

### *Qualitätsplanung*

Die Qualitätsplanung beinhaltet die vorausschauende Planung und Weiterentwicklung der Qualitätsforderungen an die Leistungserstellung (KAMISKE & BRAUER, 2011; BRUHN, 2012; KAMISKE & BRAUER, 2012). Dazu zählen gemäß DIN EN ISO 9000:2015-11 insbesondere die grundlegende Festlegung von **Qualitätszielen** und die Erarbeitung der notwendigen **Vorgaben** für die Ausführungsprozesse, die im Rahmen der Leistungserstellung zur Erreichung der Qualitätsziele notwendig sind (STOCKMANN, 2002; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012; Müller, 2014). Die Qualitätsziele basieren grundsätzlich auf der von der Organisationsleitung definierten **Qualitätspolitik** und werden für die Funktionsbereiche einer Organisation festgelegt (DIN EN ISO 9000:2015-11). Die Qualitätsplanung bezieht sich zum einen auf eine zufriedenstellende Qualität der Planungstätigkeit selbst und zum anderen auf die Qualität der Ergebnisse der Planungstätigkeiten (GEIGER & KOTTE, 2008). Um diese Qualität ermitteln zu können, müssen zunächst wesentliche **Qualitätsmerkmale**, die für die Funktionserfüllung und die Erfüllung zugesicherter Eigenschaften eines Produkts oder einer Dienstleistung relevant sind, festgelegt und gewichtet werden (NEBL, 2007; MEFFERT & BRUHN, 2012; BRUHN, 2013; MÜLLER, 2014). Diese Qualitätsmerkmale formulieren somit die Forderungen an die Beschaffenheit von Produkten, welche sich aus den sich aus dem Zweck eines Produkts oder einer Dienstleistung ergebenden Erfordernisse und aus dem Anspruchsniveau der Kunden zusammensetzen (PFEIFER & SCHMITT, 2007; GEIGER & KOTTE, 2008). Daher ist ein wesentlicher Bestandteil der Qualitätsplanung die Ermittlung der **Kundenerwartungen** in Bezug auf die Qualität eines Produkts oder einer Dienstleistung (BRUHN, 2013; MÜLLER, 2014). Darüber hinaus fällt auch die Planung der **Ausführungsprozesse** sowie der in diesen Prozessen benötigten Ressourcen unter die Qualitätsplanung (GEIGER & KOTTE, 2008; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012). Die Qualitätsplanung dient damit der präventiven Fehlervermeidung (KAMISKE & BRAUER, 2011; KAMISKE & BRAUER, 2012) und einer Verbesserung des Leistungsniveaus (STOCKMANN, 2002).

Darüber hinaus unterscheidet BRUHN (2012) innerhalb der Qualitätsplanung eine strategische und eine operative Ebene. Die strategische Ebene spiegelt dabei den grundsätzlichen Handlungsrahmen des Qualitätsmanagements wider und beinhaltet alle Planungsmaßnahmen, die auf die unternehmenspolitische Positionierung hinsichtlich des vom Unternehmen angestrebten Qualitätsniveaus abzielen. Hingegen steht in der operativen Ebene die Analyse der Kundenerwartungen hinsichtlich der Produkt- und Leistungsqualität im Fokus (BRUHN, 2011).

### *Qualitätslenkung*

Die Qualitätslenkung baut auf der Qualitätsplanung auf (NEBL, 2007; BRUHN, 2013). Zur Erreichung der konsequenten Erfüllung der im Rahmen der Qualitätsplanung definierten Ziele werden unter Qualitätslenkung alle Maßnahmen zusammengefasst, die auf das Erfüllen der Qualitätsanforderungen abzielen (DIN EN ISO 9000:2015-11). Dabei können **vorbeugende, überwachende und korrigierende Tätigkeiten** unterschieden werden (PFEIFER & SCHMITT, 2007; GEIGER & KOTTE, 2008; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012; MÜLLER, 2014). Im Rahmen der Qualitätslenkung werden Ist-Werte der Produkt- und Prozessqualität ermittelt und mit den in der Qualitätsplanung festgelegten Vorgaben verglichen. Im Falle von Abweichungen werden die Ursachen

---

ermittelt und Korrekturmaßnahmen eingeleitet. (MEFFERT & BRUHN, 2012; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012)

Zudem kann zwischen der unmittelbaren und mittelbaren Qualitätslenkung unterschieden werden. Die unmittelbare Qualitätslenkung wirkt dabei direkt und während des Ausführungsprozesses auf die Tätigkeiten ein. Die mittelbare Qualitätslenkung hingegen verbessert die **Bereitstellung qualifizierter Personen sowie Mittel** und entfaltet erst bei zukünftigen Realisierungen ihre Wirkung (PFEIFER & SCHMITT, 2007; GEIGER & KOTTE, 2008). Somit kann auch die **Weiterbildung** von Mitarbeitern als ein Instrument der Qualitätslenkung gesehen werden (MEFFERT & BRUHN, 2012).

### *Qualitätssicherung*

Ziel der Qualitätssicherung ist das Erzeugen von Vertrauen in die Organisation, dass diese in der Lage ist, Qualitätsziele bzw. -anforderungen zu erfüllen (DIN EN ISO 9000:2015-11; PFEIFER & SCHMITT, 2007; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012). Zum einen kann dieses Vertrauen mittels einer **Dokumentation** der geplanten und ausgeführten Tätigkeiten geschaffen werden. Zum anderen dient die Nachweisführung über die erreichten Ergebnisse bzw. Qualitätsziele als vertrauensbildende Maßnahme gegenüber dem Kunden. Wesentliche Instrumente sind dabei u. a. das Qualitätsmanagement-Handbuch, die internen oder externen **Qualitätsaudits** und die Zertifizierung gemäß DIN EN ISO 9000 ff. (GEIGER & KOTTE, 2008; VAHRENKAMP, 2008; MEFFERT & BRUHN, 2012; BRUHN, 2013). Die Qualitätssicherung konzentriert sich vor allem auf geplante Produkte oder Dienstleistungen, bezieht sich aber auch auf die Einbindung der qualitätsbezogenen Tätigkeiten in die bestehende Aufbau- und Ablauforganisation eines Unternehmens (KAMISKE & BRAUER, 2011; KAMISKE & BRAUER, 2012).

In der Fachliteratur werden die oben genannten Aspekte oftmals auch unter den Begriffen Qualitätsprüfung oder Qualitätsmanagementdarlegung zusammengefasst (GEIGER & KOTTE, 2008; MEFFERT & BRUHN, 2012; Bruhn, 2012; MÜLLER, 2014).

### *Qualitätsverbesserung*

Als übergeordnetes Element des Qualitätsmanagements ist die Qualitätsverbesserung zu sehen (KAMISKE & BRAUER, 2011; KAMISKE & BRAUER, 2012), die darauf gerichtet ist, die erforderlichen Fähigkeiten auszubauen, um den Qualitätsanforderungen gerecht zu werden (GEIGER & KOTTE, 2008; DIN EN ISO 9000:2015-11). Die **Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung** beziehen sich auf die qualitätsrelevanten Tätigkeiten und Prozesse innerhalb eines Unternehmens (BRÜGGEMANN & BREMER, 2012; KAMISKE & BRAUER, 2011; KAMISKE & BRAUER, 2012), deren Wirksamkeit („Ausmaß, in dem geplante Tätigkeiten verwirklicht und geplante Ergebnisse erreicht werden“), Effizienz („Verhältnis zwischen dem erreichten Ergebnis und den eingesetzten Ressourcen“) und Rückverfolgbarkeit verbessert werden sollte (DIN EN ISO 9000:2015-11). Die Rückverfolgbarkeit wird beschrieben als die „Möglichkeit, den Werdegang, die Verwendung oder den Ort eines Objekts zu verfolgen“. Bei einem Produkt oder einer Dienstleistung kann sich die Rückverfolgbarkeit auf die Herkunft von Werkstoffen und Teilen, den Ablauf der Verarbeitung und die Verteilung und den Standort des Produkts oder der Dienstleistung nach Auslieferung beziehen (DIN EN ISO 9000:2015-11). Schließlich sollen die Maßnahmen der Qualitätsverbesserung langfristig in die Qualitätsplanung einfließen (NEBL, 2007).

Darüber hinaus sollte das Qualitätsmanagement selbst auch einem ständigen Verbesserungsprozess unterliegen und somit erscheint die Berücksichtigung einer **Weiterentwicklung des Qualitätsmanagements** im Rahmen des Elements Qualitätsverbesserung als ergänzungswürdig, auch wenn dies in der Fachliteratur nicht explizit gefordert ist.

### 2.2.3 Prozesse

Qualitätsmanagement leistet einen wesentlichen Beitrag, die innerhalb der Organisation anfallenden Prozesse effizient zu gestalten. Dabei stellt ein Prozess gemäß DIN EN ISO 9000:2015-11 einen „Satz zusammenhängender und sich gegenseitig beeinflussender Tätigkeiten“ dar, „der Eingaben in Ergebnisse umwandelt“. Somit setzt sich ein Prozess aus den aufeinander aufbauenden Komponenten Eingabe, Tätigkeit und Ergebnis zusammen (BECKER, 2001; MÜLLER, 2014). Dieser grundlegende Zusammenhang zwischen den drei Komponenten ist in Abbildung 3 dargestellt.

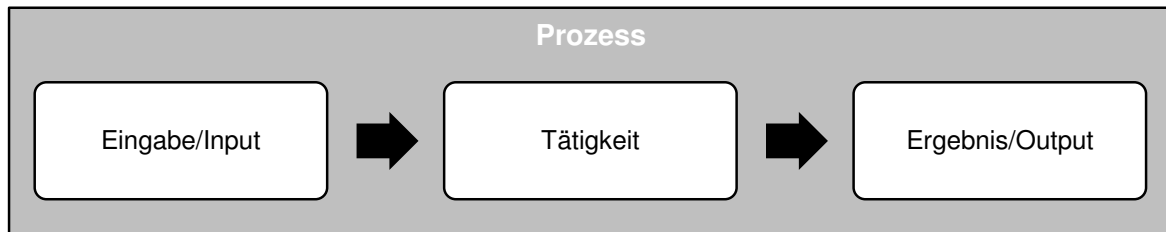


Abbildung 3: Definition eines Prozesses (Quelle: BECKER, 2001)

Gemäß BECKER (2001) können Prozesse in die Prozessarten Haupt- und Hilfsprozesse unterteilt werden, welche nachfolgend beschrieben sind.

#### *Hauptprozesse*

Hauptprozesse, auch Kern- oder Schlüsselprozesse genannt, dienen der **Planung**, der **Realisierung**, des **Betriebs** (PFITZINGER, 2010; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012) und der **Umnutzung/des Rückbaus** eines Produkts oder einer Dienstleistung. Mittels dieser Prozesse kann ein wahrnehmbarer Mehrwert für den Kunden erschaffen werden (BECKER, 2001; BRUHN, 2013).

#### *Hilfsprozesse*

Hilfsprozesse stellen interne Prozesse innerhalb einer Organisation dar, welche keinen direkten Mehrwert für den Kunden haben. In der Literatur werden Hilfsprozesse meist in Unterstützungs- und Führungsprozesse gegliedert. **Unterstützungsprozesse** dienen der Entlastung der **Hauptprozesse**, in dem sie bspw. die Instandhaltung von Gerätschaften oder die Logistik managen. Führungsprozesse sind Managementprozesse mit Regelungscharakter wie z. B. Unternehmensführungsprozesse. (PFITZINGER, 2010; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012; BRUHN, 2013)

### 2.2.4 Ergebnisse

Das Qualitätsmanagement unterstützt Organisationen dabei, die Qualität ihrer Ergebnisse zu prüfen und zu verbessern. Gemäß DIN EN ISO 9000:2015-11 wird ein Ergebnis als „Ergebnis eines Prozesses“ definiert, welches materieller (z. B. Vergaser eines Fahrzeugs) oder immaterieller Natur (z. B. Dienstleistung eines Reparaturservices oder Software) sein kann. Darüber hinaus kann ein Ergebnis aber auch sowohl aus **materiellen** als auch aus **immateriellen Einzelteilen** bestehen (DIN EN ISO 9000:2015-11). So setzen sich bspw. Kraftfahrzeuge der gehobenen Klasse nicht nur aus Ottomotor und Vorderachse, sondern auch aus Softwareelementen zusammen, über die Zustandsdaten des Fahrzeugs (z. B. Abnutzung der Bremsen, Reifendruck) ausgelesen werden können.

Nach GEIGER & KOTTE (2008) können die materiellen und immateriellen Ergebnisse zudem in unbeabsichtigte oder beabsichtigte Ergebnisse untergliedert werden. **Unbeabsichtigte Produkte** bzw. Ergebnisse sind dabei Nebenergebnisse eines Prozesses, auch Nebenprodukte genannt, die bspw. auf den Umweltschutz Auswirkungen haben können (z. B. Kohlenstoffdioxid), wohingegen beabsichtigte Ergebnisse dem von der Organisation gewünschten Ergebnis eines Prozesses

entsprechen. Diese **beabsichtigten Ergebnisse** können wiederum in die nach DIN EN ISO 9000:2015-11 definierten übergeordneten Ergebniskategorien Dienstleistung, Hardware, Software und verfahrenstechnische Produkte unterschieden werden, wie in Abbildung 4 dargestellt. Dabei werden die Ergebniskategorien Hardware, Software und verfahrenstechnische Produkte gemäß DIN EN ISO 9000:2015-11 dem Begriff des Produkts zugeordnet, welcher ein „Ergebnis, das ein Ergebnis von Tätigkeiten ist, von denen keine notwendigerweise an der Schnittstelle zwischen Lieferanten und dem Kunden auszuführen ist“, umschreibt. In DIN EN ISO 9000:2015-11 wird die Kategorie Dienstleistung separat betrachtet, da das Eigentum an einem Produkt in der Regel übertragen werden, was jedoch nicht für eine Dienstleistung gilt.

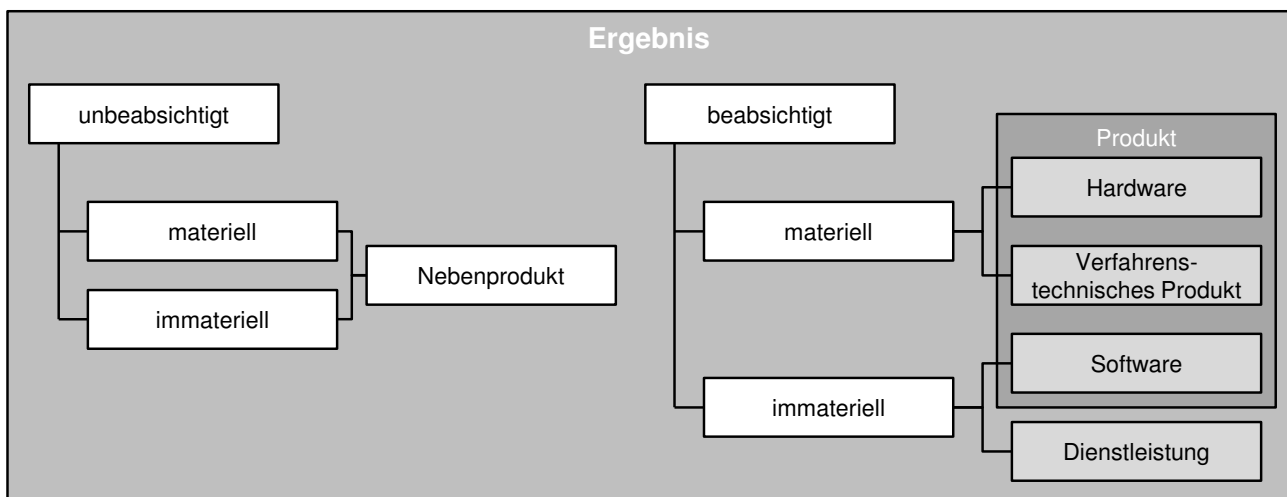


Abbildung 4: Definition der übergeordneten Ergebniskategorien (Quelle: Grundlage DIN EN ISO 9000:2015-11, angelehnt an GEIGER & KOTTE, 2008)

Nachfolgend werden die übergeordneten Ergebniskategorien auf Basis von DIN EN ISO 9000:2015-11 näher erläutert.

### *Dienstleistung*

Eine Dienstleistung (z. B. Transport) ist das Ergebnis mindestens einer und grundsätzlich immateriellen Tätigkeit, die „notwendigerweise an der Schnittstelle zwischen Lieferanten und Kunden auszuführen ist“. Eine Dienstleistung kann zudem eine Tätigkeit umfassen, welche an einem vom Kunden bereitgestellten materiellen Produkt (z. B. Uhrenreparatur) oder immateriellen Produkt (z. B. Erstellung Einkommensnachweis für Steuerrückerstattung) durchgeführt werden. Ebenso werden die Übergabe eines immateriellen Produkts (z. B. Wissensvermittlung im Rahmen der Schülernachhilfe) und die Gestaltung eines kundenfreundlichen Ambientes (z. B. im Restaurant) als Dienstleistung eingestuft.

### *Hardware*

Hardware (z. B. mechanisches oder elektronisches Bauteil), auch Waren genannt, ist materiell. Zudem weist ihre Menge ein zählbares Merkmal auf. Ein Merkmal ist dabei eine „kennzeichnende Eigenschaft“ und kann in die Klassen physikalisch, sensorisch, verhaltensbezogen, zeitbezogen, ergonomisch und funktional unterteilt werden.

### *Software*

Software (z. B. Rechnerprogramm) setzt sich im Allgemeinen aus immateriellen Informationen zusammen und kann die Form von Herangehensweisen, Transaktionen oder Verfahren besitzen.



---

### *Verfahrenstechnische Produkte*

Verfahrenstechnische Produkte (z. B. Schmiermittel) sind normalerweise materiell und stellen in der Menge ein zählbares Merkmal dar. Wie die Ergebniskategorie Hardware werden auch verfahrenstechnische Produkte als Waren titulierte.

In Anlehnung an DIN EN ISO 9000:2015-11 wird in den nachfolgenden Kapiteln dieser Arbeit die Bezeichnung „Produkt“ und „Dienstleistung“ verwendet, welche alle Ergebniskategorien einschließt.

## **2.2.5 Lebensphasen**

Um eine zufriedenstellende Qualität eines Produkts und einer Dienstleistung einer Organisation gewährleisten können, bedarf es eines Qualitätsmanagements in allen Phasen ihres Lebenszyklus. Der **Lebenszyklus** wird dabei nach DIN EN 13306:2010-12 und DIN 31051:2012-09 als die „Anzahl von Phasen, die eine Einheit [...] durchläuft, beginnend mit der Konzeption und endend mit der Entsorgung“ beschrieben.

Der grundsätzliche Kreislauf findet sich auch im Projektmanagement oder in den Leistungsphasen der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) wieder, welche die **Entwicklungs-** bzw. **Planungsphase** bis hin zur **Nutzungsphase** berücksichtigen (KOCHENDÖRFER ET AL., 2007; KUSTER ET AL., 2008; HOAI, 2015). Darüber hinaus wird nach SEYFFERT (2001) zusätzlich als letzte Phase des Lebenszyklus von Bauwerken der **Abbruch** empfohlen. Obwohl diese Phase noch nicht in der Literatur auf das Qualitätsmanagement bezogen wird, sollte diese dennoch in den Kreislauf aufgenommen werden, um den gesamten Lebenszyklus abzubilden. Somit ist die Produkt- und Dienstleistungsqualität von der Planung bis hin zur Umnutzung oder zum Rückbau zu kontrollieren und ggf. zu verbessern.

Abbildung 5 zeigt die übergeordneten Phasen des Lebenszyklus eines Produkts und einer Dienstleistung (Planung, Realisierung, Betrieb und Umnutzung/Rückbau), welche im weiteren Verlauf dieser Arbeit als Lebensphasen bezeichnet und nachfolgend näher beschrieben werden.

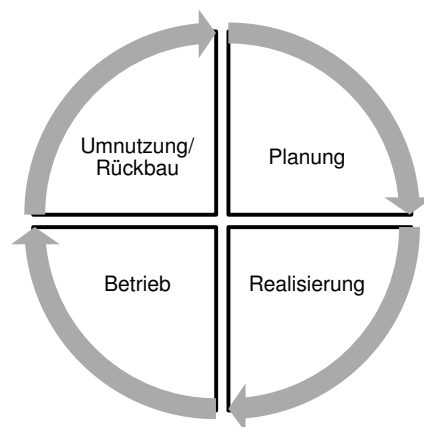


Abbildung 5: Phasen eines Lebenszyklus eines Produkts und einer Dienstleistung

### *Planungsphase*

Planung ist ein systematischer Prozess, welcher Ziele und zukünftige Handlungen festlegt (BERNER ET AL., 2013). Dabei ist es das Ziel der Planung, Komplexität mittels Bildung von überschaubaren und handelbaren Strukturen zu reduzieren (HOBEL & SCHÜTTE, 2006). Dabei umfasst die Phase der Planung die Gesamtheit der planerischen Tätigkeiten. Innerhalb der Planungsphase kann die Planungsqualität als „die realisierte Beschaffenheit der betreffenden

---

Planungstätigkeit bezüglich der betreffenden Forderung an diese Beschaffenheit“ definiert werden (GEIGER & KOTTE, 2008).

Die Planungsphase kann in verschiedene Formen der Planung untergliedert werden, welche unterschiedliche Planungstiefen aufweisen (BAUER, 2007). Im Rahmen der **Bedarfsplanung** werden gemäß DIN 18205:1996-04 zunächst „die Bedürfnisse, Ziele und einschränkenden Gegebenheiten (die Mittel, die Rahmenbedingungen) des Bauherrn und wichtiger Beteiligter“ ermittelt und analysiert. Darauf basierend werden schließlich in der Rahmenplanung die Ziele sowie die zukünftigen Funktionen eines Produkts und einer Dienstleistung festgelegt, woraus der Bedarf an finanziellen Mitteln, Material und Personal sowie Terminpläne abgeleitet werden kann (GREINER ET AL., 2005). Der **Rahmenplanung** können grundsätzlich die Grundleistungen der Leistungsphase „Vorplanung“ der HOAI zugeordnet werden (vgl. HOAI, 2015). Damit werden die Rahmenbedingungen für die nachfolgende Planungsform **Objekt- bzw. Detailplanung** definiert. Die Detailplanung umfasst dabei die Grundleistungen der Leistungsphasen „Entwurfs-, Genehmigungs- und Ausführungsplanung“ der HOAI (2015). Im Grunde werden Überlegungen angestellt, wie die geplanten Funktionen eines Produkts erfüllt werden können. So wird bspw. die Bauwerksgeometrie entworfen, ein Tragwerkskonzept erarbeitet oder die notwendigen Unterlagen zur Baugenehmigung zusammengestellt (GREINER ET AL., 2005; HOAI, 2015).

### *Realisierungsphase*

Eine oder mehrere Realisierungsphasen schließen zeitlich an die Planungsphase an, können sich aber in Einzelfällen auch mit dieser überschneiden (KUSTER ET AL., 2008). Grundsätzlich beginnt die Realisierungsphase mit der Ausschreibung der Umsetzung einer Planung bzw. mit dem Auftrag des Unternehmens zur Erstellung eines Produkts sowie zur Ausführung einer Dienstleistung und endet mit der Übergabe desselbigen. Innerhalb dieses Zeitraums werden Leistungen erbracht, die sich aus der konkreten Umsetzung der erarbeiteten Planungen und entwickelten Konzepte entsprechend der Zieldefinition ergeben. (KOCHENDÖRFER ET AL., 2007) So bildet die Basis der Realisierungsphase die Detailplanung aus der Planungsphase. Während der Realisierungsphase bezeichnet die Lenkungsqualität „die realisierte Beschaffenheit der Realisierungstätigkeiten bzgl. der Forderung an deren Beschaffenheit“ (GEIGER & KOTTE, 2008).

Die Realisierungsphase kann grundsätzlich in zwei aufeinander aufbauende Lebensphasen unterteilt werden. Die erste Lebensphase stellt die **Bauvorbereitung** dar, welche alle Aktivitäten im Anschluss an die Leistungsphase Vorplanung der HOAI bis hin zur Vergabe der Leistungen entsprechend der Leistungsphasen „Vorbereiten der Vergabe“ und „Mitwirken bei der Vergabe“ gemäß HOAI (2015) beinhaltet. Ziel der Bauvorbereitung ist es, innerhalb der in der Planungsphase festgelegten Rahmenbedingungen ein Vertragswerk zu erstellen, welches Richtlinien zur Realisierung eines Produkts sowie einer Dienstleistung festhält und die Abnahmefähigkeit gewährleistet. (GREINER ET AL., 2005) Neben der Erstellung der erforderlichen Unterlagen zur Vergabe fallen gemäß BAUER (2007) weitere Aufgaben, wie bspw. die Erschließung des Baufelds und Verkehrsumleitungen sowie -sicherung, in den Leistungsbereich der Bauvorbereitung. Im Anschluss an die Bauvorbereitung erfolgt mit der Bauausführung, oder auch **Baudurchführung** genannt, der wesentliche Abschnitt im Lebenszyklus eines Produkts und einer Dienstleistung. Die Baudurchführung umfasst zum einen die Leistungsphase „Objektüberwachung - Bauüberwachung und Dokumentation“ der HOAI (2015) und zum anderen die tatsächliche Realisierung sowie Abgabe bzw. Übergabe eines Produkts und einer Dienstleistung. Darüber hinaus beinhaltet diese ebenso die Beseitigung von während der Realisierung aufgetretenen Mängeln. (GREINER ET AL., 2005; BAUER, 2007)

### *Betriebsphase*

Die Betriebsphase, auch Nutzungsphase genannt, bezeichnet die Lebensphase der dauerhaften Nutzung eines Produkts und einer Dienstleistung im Anschluss an die Realisierungsphase (KUSTER ET AL., 2008). Ziel des **Betriebs** eines Produkts bzw. der Nutzung einer Dienstleistung ist,

---

dass „alle Tätigkeiten zur Erfüllung der Forderung an deren Beschaffenheit führen“ (GEIGER & KOTTE, 2008). Innerhalb der Betriebsphase werden regelmäßige Kontrollen und eine kontinuierliche Suche nach Verbesserungsmöglichkeiten durchgeführt, um eine durchgehend hohe Qualität eines Produkts und einer Dienstleistung zu gewährleisten (KUSTER ET AL., 2008). Diese Leistungen können der Leistungsphase „Objektbetreuung“ gemäß HOAI (2015) zugeordnet werden und dienen somit der Sicherung der Funktionsfähigkeit von Produkten und Dienstleistungen. Die sogenannte **Erhaltung** oder auch Instandhaltung beinhaltet gemäß HOAI (2015) „Maßnahmen zur Erhaltung des Soll-Zustands eines Objektes“. DIN EN 13306:2010-12 erweitert diese Definition und besagt, dass Instandhaltung die „Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus [...] einer Einheit [...]“ ist, „die dem Erhalt oder der Wiederherstellung ihres funktionsfähigen Zustands dient, sodass sie die geforderte Funktion [...] erfüllen kann“.

#### *Umnutzungs-/Rückbauphase*

Der **Rückbau** ist vom konventionellen Abbruch abzugrenzen. Beim konventionellen Abbruch besteht das Ziel in der „möglichst schnellen Beseitigung der gesamten Bausubstanz mit wenig differenzierten Teilschritten“ (STAHR, 2011). Beim Rückbau werden hingegen vor dem Abbruch die schadstoffhaltigen Materialien abgetrennt und die verwendeten Baumaterialien mit höchstmöglicher Sortenreinheit getrennt erfasst (KOCH & SCHNEIDER, 1997). Dies führt zu einer Verbesserung der Recyclingmöglichkeiten und einer Reduzierung der Entsorgungskosten. Das Konzept des Rückbaus gewährleistet somit den teilweisen Erhalt der Gebäudesubstanz und die möglichst vollständige Wiederverwertung der anfallenden Materialien (STAHR, 2011).

Neben dem Rückbau kann einem Produkt und einer Dienstleistung auch eine **Umnutzung** bzw. eine Nutzungsänderung widerfahren. Nutzungsänderung ist gemäß Baugesetzbuch (BauGB) definiert als „der Wechsel von einer bisher ausgeübten Nutzung zu einer neuen, andersartigen Nutzung. [Die] Beendigung der bisherigen und Beginn der neuen Nutzung stellen sich dabei als einheitlicher Lebensvorgang dar“.

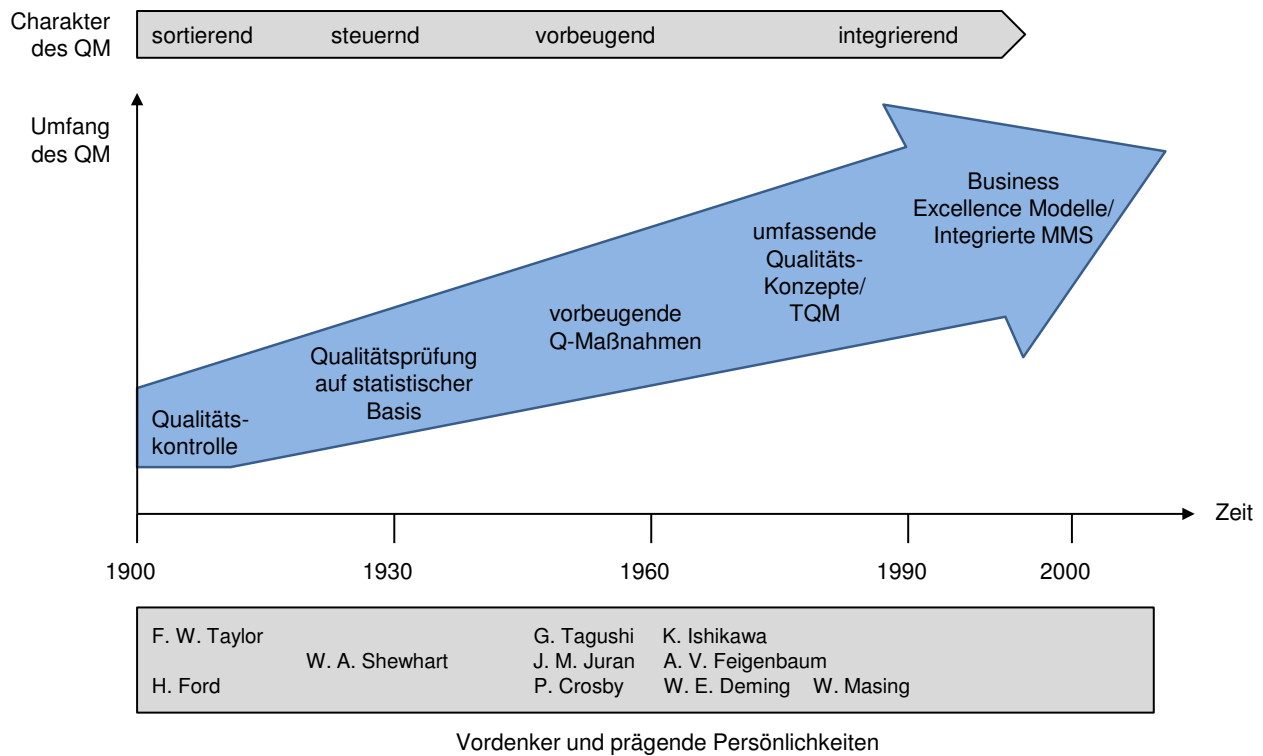
## **2.3 Entwicklung des Qualitätsmanagements**

Seit Jahrhunderten spielt Qualität bei der Herstellung und dem Vertrieb von Produkten und Dienstleistungen - wenn auch zunächst eher unbewusst - eine wichtige Rolle für die Menschen. Bereits im Altertum wurde mittels Siegel die Qualität von Produkten und Dienstleistungen, wie bspw. von Trinkkrügen, bestätigt. (BECKER, 2001; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012). Doch neben der Produkt- und Dienstleistungsqualität spiegelt sich der Qualitätsgedanke auch in der Ausbildung von Mitarbeitern wieder. So waren bspw. im Mittelalter die Zünfte verantwortlich für die Ausbildung der Gesellen und Meister und für die Zuweisung deren Aufgabenbereiche. (BECKER, 2001; SEGHEZZI ET AL., 2013)

Die ersten Ansätze des Qualitätsmanagements nach heutigem Verständnis wurden jedoch erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts entwickelt. In Abbildung 6 sind die Entwicklungsstufen des Qualitätsmanagements während des 20. Jahrhunderts sowie deren prägende Persönlichkeiten dargestellt.

Anfang des 20. Jahrhunderts wurden mit der von F.W. Taylor entwickelten tayloristischen Arbeitsteilung und der Einführung der **Fließbandfertigung**, welche nach Henry Ford die menschliche Arbeitskraft durch Maschinen ersetzen sollte, die ersten Qualitätsmanagementansätze entwickelt (BECKER, 2001; BOLDT, 2009; INJAC, 2007; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012; ZOLLONDZ, 2014). Dabei wurden die einzelnen Arbeits- bzw. Prozessschritte in disponierende sowie ausführende Aufgaben unterteilt und so der Prozess und die Prüfung des Prozessergebnisses

(Produkt und Dienstleistung) unabhängig voneinander betrachtet (BECKER, 2001; ZOLLONDZ, 2014). Zur Prüfung der Produkt- und Dienstleistungsqualität wurden Verfahren in Form einer Endkontrolle (Qualitäts-Endkontrolle) entwickelt, wodurch allerdings mögliche Mängel erst am fertigen Produkt und an der beendeten Dienstleistung festgestellt werden konnten. Die tatsächliche Fehlerursache konnte wegen der fehlenden Rückkopplung zu den einzelnen Prozessschritten dadurch nicht ermittelt werden. (BOLDT, 2009)



#### Legende:

MMS Managementsysteme  
TQM Total Quality Management

Abbildung 6: Entwicklung des Qualitätsmanagements (Quelle: BRÜGGEMANN & BREMER, 2012)

Mit Beginn der **Massenfertigung** aufgrund der gestiegenen Güternachfrage wurde jedoch eine vollständige Kontrolle der Endergebnisse sehr aufwands- und kostenintensiv. Um dem entgegenwirken zu können, wurde in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts diese Art der Kontrolle durch Teilkontrollen bestehend aus einfachen mathematischen Analysen und Methoden, wie z. B. der Stichprobenuntersuchung zur Statistikgenerierung, abgelöst. (INJAC, 2007; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012) So entwickelte vor Beginn des zweiten Weltkriegs W. A. Shewhart das Modell der **statistischen Prozessregelung**, dessen Grundlage die Auswertung von Stichproben darstellte. Zudem wurden zur Kontrolle der Prozesse oder deren Ergebnisse sogenannte Qualitätsregelkarten verwendet, welche die Erreichung festgelegter Qualitätsmerkmale der ausgewerteten Stichprobe abbilden konnten. Darüber hinaus geht die Entwicklung des ersten Kreismodells der kontinuierlichen Verbesserung auf W. A. Shewhart zurück. (ZOLLONDZ, 2006; ZOLLONDZ, 2014)

Nach dem Ende des zweiten Weltkriegs wurde die Qualitätskontrolle um die **Qualitätssicherung** erweitert, welche einen stärkeren Fokus auf Vorbeugungs- und Verbesserungsmaßnahmen legte. Hierbei wurden nun neben der Fertigung auch weitere Abteilungen, wie bspw. Forschung und Entwicklung, mit einbezogen. (GRESSLER & GÖPPEL, 1996; EPPLE, 2000; BOLDT, 2009; GIEBEL, 2010; SEGHEZZI ET AL., 2013) Diese Entwicklungsstufe des Qualitätsmanagements wurde durch

Persönlichkeiten wie G. Taguchi, K. Ishikawa, J. M. Juran, A. V. Feigenbaum, P. Crosby, W. E. Deming und W. Masing maßgebend geprägt. So wurde bspw. von P. Crosby das Null-Fehler-Programm entwickelt, welches eine korrekte Fertigung von Produkten und Dienstleistungen fordert (ZOLLONDZ, 2006; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012; BRUHN, 2013; SEGHEZZI ET AL., 2013; ZOLLONDZ, 2014). J. M. Juran und W. E. Deming gelten als die Gründungsväter für die rasante Entwicklung und Verbreitung des Qualitätsgedankens in Japan. Ihre Auffassung von Qualität wurde in dem vom Krieg zerstörten Japan, das zu diesem Zeitpunkt nicht für die gute Qualität ihrer Produkte bekannt war, dankbar aufgenommen. Als schließlich die japanischen Produkte aufgrund ihrer guten Qualität auf dem internationalen Markt eine Konkurrenz darstellten, fanden die Qualitätsphilosophien von J. M. Juran und W. E. Deming schließlich in der ganzen Welt Beachtung. (INJAC, 2007; SEGHEZZI ET AL., 2013; ZECH, 2015) Das von W. E. Deming entwickelte Managementprogramm ist bis heute für die Qualitätsphilosophie von Unternehmen von zentraler Bedeutung (ZOLLONDZ, 2006; KAMISKE & BRAUER, 2012). Das Kernstück dieses Programms bilden die 14 Punkte, in denen grundlegende Managementprinzipien dargelegt werden (STAUSS, 1994; DEMING, 2000; RADTKE & WILMES, 2002; INJAC, 2007; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012; KAMISKE & BRAUER, 2012; BRUHN, 2013; SEGHEZZI ET AL., 2013). Im Fokus der Theorie steht das Prinzip der „**ständigen Verbesserung**“, welches im Rahmen des sogenannten PDCA-Zyklus veranschaulicht wird. W. E. Deming griff damit die Vorarbeit seines Lehrers W. A. Shewhart auf und verbreitete diese, so dass der Kreislauf unter seinem Namen (Deming-Zyklus) bekannt wurde. Dieser PDCA-Zyklus besteht aus den vier Elementen Planen (plan), Ausführen (do), Überprüfen (check) und Verbessern (act) und ist in Abbildung 7 dargestellt. (ZOLLONDZ, 2006; INJAC, 2007; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012)

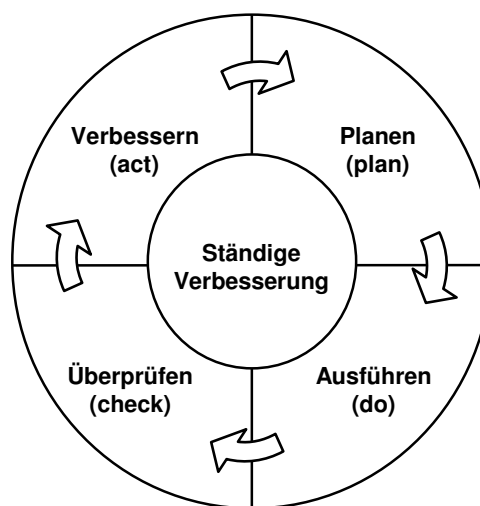


Abbildung 7: Deming-Zyklus („PDCA-Circle“) (Quelle: KAMISKE & BRAUER, 2011)

In den darauffolgenden Jahrzehnten entwickelte sich das Qualitätsmanagement von der Qualitätssicherung zu einer gesamtheitlichen Betrachtung, dem **Total Quality Management** (INJAC, 2007; KAMISKE & BRAUER, 2012). Im Mittelpunkt des „umfassenden Qualitätsmanagements“ standen fortan nicht mehr nur die Produkt- und Dienstleistungsqualität, sondern vor allem die Kontrolle der gesamten Prozesskette, von der Mitarbeiterschaft bis hin zum Kunden (BOLDT, 2009; ROTHLAUF, 2010; BRUHN, 2013; SEGHEZZI ET AL., 2013). Somit wurden weitere Anspruchsgruppen in die Betrachtung des Qualitätsmanagements mit einbezogen. Im Vordergrund der Qualitätsmanagementforschung standen dabei vor allem die Unternehmensführung, Lieferanten und weiterhin die Mitarbeiter. (WILDEMAN, 2010; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012; SEGHEZZI ET AL., 2013)

Zur selben Zeit setzte sich die weltweit anerkannte **Normenreihe DIN EN ISO 9000 ff.** durch (MALORNY & KASSEBOHM, 1994; INJAC, 2007; PFITZINGER, 2010; SCHMITT & PFEIFER, 2010;

---

BRÜGGEMANN & BREMER, 2012). Die Norm DIN EN ISO 9001, die den PDCA-Zyklus aufgreift, wurde Mitte der 1990er Jahre in dem Großteil der deutschen Industrieunternehmen eingeführt. Darüber hinaus wurden weitere Normen für Umweltmanagementsysteme und Energiemanagementsysteme entwickelt, welche wegen ihrer vergleichbaren Strukturen auch zu dem Begriff „Integrierte Managementsysteme“ zusammengefasst werden können. Darüber hinaus wurde Preise für Unternehmen (auch Business Excellence Awards genannt) eingeführt, welche basierend auf dem Qualitätsgedanken des Total Quality Managements nicht nur die Qualität der Produkte und der Dienstleistungen sondern die Gesamtleistung der Unternehmen bewerten. (BRÜGGEMANN & BREMER, 2012; SEGHEZZI ET AL., 2013) Die Grundlage dafür stellen Bewertungsmodelle, die sogenannten Business Excellence Modelle, dar, die zur Bewertung Kriterienkataloge basierend auf DIN EN ISO 9001 berücksichtigen (BRÜGGEMANN & BREMER, 2012).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich das Qualitätsmanagement im Laufe der Zeit von einer rein produktionsbezogenen Orientierung hin zu einer allumfassenden Betrachtung inklusive aller Anspruchsgruppen sowie Bereiche eines Unternehmens entwickelt hat.

## **2.4 Konzepte und Modelle des Qualitätsmanagements**

Im Laufe der Zeit hat das Qualitätsmanagement eine stetige Weiterentwicklung erfahren. Wo zu Beginn nur das Endergebnis eines Prozesses bzw. eines Produkts und einer Dienstleistung zählte, schließen die heutigen Konzepte und Modelle die ganze Organisation samt ihrer Prozesse und Anspruchsgruppen in die Qualitätsbetrachtungen mit ein.

Ein Konzept stellt dabei die Grundlage für die Gestaltung, Umsetzung und Übertragung von Führung und Organisation in die Realität dar. Ein Qualitätskonzept legt somit die Vorstellungen des Unternehmens hinsichtlich der Umsetzung der Qualitätsvisionen und -leitbilder sowie der Erfüllung der Anforderungen seitens der Anspruchsgruppen dar. Diese Konzepte können in Organisationen erfolgversprechend mit Hilfe von Systemen, die die Unternehmensführung bei ihren Aufgaben unterstützen, umgesetzt werden. Um ein Konzept in ein in der Realität funktionierendes System zu überführen, werden Modelle eingesetzt, die somit ein Bindeglied zwischen den beiden Komponenten darstellen. Betriebswirtschaftliche Modelle ermöglichen die Abbildung der Realität und verdeutlichen die potenziellen Elemente und deren Zusammenwirken eines Systems. Dabei dienen diese der qualitativen Unterstützung bei der Entwicklung und Umsetzung von Führungs- und Organisationssystemen. (SEGHEZZI ET AL., 2013; FRIEDLI ET AL. 2014)

Im Folgenden werden ausgewählte Konzepte und Modelle des Qualitätsmanagements vorgestellt, welche in den vergangenen Jahren eine große Verbreitung widerverfahren haben.

### **2.4.1 Normenreihe DIN EN ISO 9000 ff.**

Seit 1987 werden zur Sicherung der Produkt- und Dienstleistungsqualität innerhalb eines Unternehmens Qualitätsmanagementsysteme nach der weltweit anerkannten Normenreihe DIN EN ISO 9000 ff., der die Normen DIN EN ISO 9000, 9001, 9004 und 19011 angehören, aufgebaut und zertifiziert. Um die bei der Anwendung der DIN-Normen gesammelten praktischen Erfahrungen und Kritiken sowie die Abläufe in Unternehmen besser zu berücksichtigen, wurde die Normreihe im Jahr 1994 überarbeitet und sechs Jahre später prozessorientiert reformiert (BRÜGGEMANN & BREMER, 2012). Darüber hinaus ist im Jahr 2015 eine Neuauflage der DIN EN ISO 9000 und 9001 erschienen, welche als DIN EN ISO 9000:2015-11 und DIN EN ISO 9001:2015-11 im Entwurf veröffentlicht worden sind.

---

Die Norm **DIN EN ISO 9000:2015-11** beinhaltet die Grundlagen und Begriffsbezeichnungen für Qualitätsmanagementsysteme. So werden bspw. die sieben Grundsätze des Qualitätsmanagements (Kundenorientierung, Führung, Einbeziehen von Personen usw.) definiert. Zusammen mit den anderen Normen bildet DIN EN ISO 9000:2015-11 ein wichtiges Hilfsmittel für eine einheitliche Sprache in Organisationen und zum Verständnis der Forderungen der **DIN EN ISO 9001:2015-11**. Gegenstand der Norm DIN EN ISO 9001:2015-11 sind allgemeine Anforderungen, die aufzeigen, wie ein Qualitätsmanagementsystem entsprechend der Norm aufzubauen und weiterzuentwickeln ist (z. B. Planung der Prozesse zur Produkt- und Dienstleistungsrealisierung). DIN EN ISO 9001:2015-11 stellt einen Mindeststandard zur Umsetzung von Qualitätsmanagement in der Organisation dar und soll u. a. die Integration von Managementsystemen erleichtern. (WAGNER, 2014)

Wie die Forderungen von DIN EN ISO 9001:2015-11 zur Steigerung der Leistung eingesetzt werden können, zeigt **DIN EN ISO 9004:2009-12** auf. (WAGNER, 2014) Die DIN EN ISO 9004:2009-12 ist als eine Anleitung zur Lenkung und Leitung für den nachhaltigen Erfolg einer Organisation zu verstehen, die auf der Anwendung der Grundsätze nach DIN EN ISO 9000:2015-11 basiert. Die Normenreihe wird ergänzt durch die Norm **DIN EN ISO 19011:2011-12**, welche eine Anleitung zur Umsetzung der Auditierung von Qualitätsmanagementsystemen darstellt.

Aufgrund des weltweiten Erfolgs der Normenreihe wurden weitere Normen an DIN EN ISO 9001:2015-11 angelehnt. Als Beispiel können zum einen DIN EN ISO 14001:2015-11 für Umweltmanagementsysteme und zum anderen DIN EN ISO 50001:2011-12 für Energiemanagementsysteme genannt werden. (BRÜGGEMANN & BREMER, 2012)

## 2.4.2 Performance Measurement

Um in einer Organisation die momentane Qualitätslage beurteilen zu können, sind entsprechende Kennzahlen<sup>2</sup> zu ermitteln, die eine verlässliche Aussage über die Wirksamkeit des Qualitätsmanagementsystems ermöglichen. Dazu werden solche Kennzahlen in sogenannten Kennzahlensystemen<sup>3</sup> strukturiert. (PFEIFER, 2001; MÜLLER, 2014)

In den traditionellen **Kennzahlensystemen** sind die Anfänge des Performance Measurements zu sehen, welche als Instrument zur Untersuchung des Unternehmensgeschehens eine lange Tradition aufweisen können. Zunächst um 1900 lediglich im englischsprachigen Raum verbreitet, fanden solche Kennzahlensysteme 1930 auch in Deutschland Aufmerksamkeit in der Fachwelt. (GREILING, 2009) Anfangs beinhalteten diese Kennzahlensysteme hauptsächlich finanzielle Kennzahlen, doch gegen Ende der 1980er Jahre wurden zur Analyse und Steuerung der Organisation zusätzlich nichtmonetäre Kennzahlen eingesetzt (SCHREYER, 2007; GLADEN, 2014). Die Kombination aus monetären und nichtmonetären Kennzahlen kann als multikriterielles Kennzahlensystem bezeichnet werden, welches grundsätzlich dem Performance Measurement zugeordnet werden kann (SCHREYER, 2007; ZELL, 2008; GREILING, 2009).

Um den Begriff des Performance Measurements definieren zu können, muss zunächst der Begriff **Performance** erläutert werden, der per se eine Vielzahl der Interpretationsmöglichkeiten aufweist. Im Hinblick auf das Anwendungsgebiet der Unternehmensanalyse und -steuerung kann

---

<sup>2</sup> Der Begriff Kennzahl bezeichnet Zahlen, die „quantitativ erfassbare Sachverhalte in einer konzentrierten Form erfassen“. Als verwandte Begriffe sind in der Literatur u. a. Kennziffer, Maßgröße, performance measure oder (key) performance indicator zu finden. (ZELL, 2008)

<sup>3</sup> „Kennzahlensysteme ermöglichen eine umfassende Darstellung und Analyse eines betrachteten Problembereichs, das Erkennen kausaler Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen Kennzahlen und die Navigation durch unterschiedliche Aggregations- bzw. Verdichtungsebenen der Kennzahlen.“ (ZELL, 2008)

Performance als „Leistung“ übersetzt werden, wobei sich Leistung gemäß BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT (O.J.) aus der unternommenen Anstrengung bzw. der Tätigkeit und dem daraus erzielten Ergebnis zusammensetzt. Demnach bezieht sich der Begriff Performance sowohl auf Tätigkeiten bzw. Prozesse als auch auf die Ergebnisse der Tätigkeiten. Dennoch sind in der Literatur Definitionen zu finden, die diese Schlussfolgerung nicht zulassen. So beschreibt bspw. WETTSTEIN (2002) Performance als den „Grad der Zufriedenheit der relevanten Anspruchsgruppen“, wobei zu den Anspruchsgruppen u. a. die Mitarbeiter, die Kunden, die Lieferanten, die Investoren sowie die Gesellschaft gezählt werden können. Ebenso sieht GABLER (2015) in dem Begriff Performance das „Maß für die Erfüllung einer vorgegebenen Leistung“ und nennt als Beispiel das Verhältnis des erreichten Umsatzes zu dem angestrebten Umsatzziel. So berücksichtigen diese Definitionen lediglich das Ergebnis eines Prozesses und nicht direkt den Prozess selbst.

Ebenso wie für den Begriff der Performance sind in der deutschen und angloamerikanischen Fachliteratur mannigfaltige Begriffsdefinitionen für Performance Measurement vorhanden. Eine Zusammenstellung der unterschiedlichen Kurzbeschreibungen des Begriffs Performance Measurement ist u. a. in WETTSTEIN (2002), SCHREYER (2007) und GREILING (2009) zu finden. In Tabelle 1 sind exemplarisch drei dieser Definitionen aufgeführt.

Tabelle 1: Auswahl an Definitionen des Performance Measurements

| Quelle                 | Definition  |
|------------------------|---|
| NEELY ET AL. (1995)    | „Performance Measurement [...] ist ein Prozess der Quantifizierung von Effektivität und Effizienz unternehmerischer Maßnahmen und Handlungen.“  |
| KAPLAN & NORTON (1997) | Performance Measurement ist ein „Managementsystem mit in der Regel vier Perspektiven mit einer Balance zwischen kurzfristigen und langfristigen Zielen, monetären und nicht-monetären Kennzahlen, zwischen Früh- und Spätindikatoren sowie zwischen externen und internen Performance-Perspektiven“.  |
| GLEICH (2001)          | Performance Measurement ist der „Aufbau und Einsatz meist mehrerer Kennzahlen verschiedener Dimensionen (z. B. Kosten, Zeit, Qualität, Innovationsfähigkeit, Kundenzufriedenheit) [...], die zur Beurteilung der Effektivität und Effizienz der Leistung und Leistungspotentiale unterschiedlicher Objekte im Unternehmen, sogenannter Leistungsebenen (z. B. Organisationseinheiten unterschiedlicher Größe, Mitarbeiter, Prozesse), herangezogen werden.“ |

Auf Grundlage der Auswertung der Kurzbeschreibungen lehnt sich SCHREYER (2007) für eine genauere Begriffsdefinition des Konzepts des Performance Measurements an die Definition von NEELY ET AL. (1995) an und empfiehlt eine Definitionserweiterung dahingehend, dass es sich bei dem Performance Measurement um den „Gebrauch einer multidimensionalen Anzahl von Kennzahlen für die Planung und das Management eines Unternehmens handelt“.

Darüber hinaus stellt das Performance Measurement einen Teilbereich des **Performance Managements** dar (GLEICH, 2001). Während sich das Performance Measurement schwerpunktmäßig mit der Messung der Unternehmensleistung befasst, umfasst das Performance Management die zielorientierte Steuerung der Unternehmensprozesse zur Planung und Verbesserung der Unternehmensleistung (ZELL, 2008; GREILING 2009).

Aus den vorausgegangenen Erläuterungen kann festgehalten werden, dass zwischen dem Qualitätsmanagement gemäß DIN EN ISO 9000 ff. und dem Performance Measurement inhaltliche Unterschiede bestehen. So ist das Performance Measurement eher auf die Ergebnisse von Prozessen ausgerichtet, wohingegen dem Qualitätsmanagement ein prozessorientierter Ansatz zugrunde liegt. Zudem ist das Performance Measurement nicht normativ geregelt. Trotz dieser Unterschiede sind das Qualitätsmanagement und das Performance Measurement schwer voneinander abzugrenzen. So können Konzepte bzw. Modelle, wie bspw. das EFQM-Modell, Six Sigma und Balanced Scorecard, sowohl dem Qualitätsmanagement (vgl. BERGBAUER, 1999; PFEIFER, 2001; SEGHEZZI ET AL., 2013) als



auch dem Performance Measurement (vgl. WETTSTEIN, 2002; ZELL, 2008; GREILING 2009; GLADEN, 2014) zugeordnet werden.

### 2.4.3 Modell der European Foundation for Quality Management

Um den Qualitätsgedanken, der bereits in Japan und den Vereinigten Staaten weit verbreitet war, in den Unternehmen der europäischen Länder zu fördern, wurde in den 1980er Jahren von der European Foundation for Quality Management (EFQM) der European Quality Award (heute European Excellence Award) erschaffen und 1992 zum ersten Mal verliehen. (BERGBAUER, 1999; INJAC, 2007; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012; KAMISKE & BRAUER, 2012)

Die Grundlage für die Vergabe des European Excellence Awards ist das **EFQM-Modell für Excellence** (ZOLLONDZ, 2006; KAMISKE & BRAUER, 2012; BRUHN, 2013; MÜLLER, 2014), welches sich im Laufe der Zeit von einem stark qualitätsbezogenen Modell zu einem allgemeinen Unternehmensführungsmodell für Excellence entwickelt hat (FRIEDLI ET AL., 2014). Das EFQM-Modell stellt dabei ein integriertes Managementmodell für die umfassende Umsetzung eines Qualitätsmanagements dar (BRUHN, 2013; MÜLLER, 2014; ZECH, 2015). Die wesentliche Grundlage zur Beschreibung von Excellence bilden die folgenden Modellkomponenten, die es Organisationen ermöglichen, sich mit anderen zu vergleichen oder sich selbst zu bewerten:

- Grundkonzepte der Excellence,
- Kriterienmodell und.
- RADAR<sup>4</sup>-Logik.

Die insgesamt acht **Grundkonzepte der Excellence** (The Fundamental Concepts of Excellence) gelten als die Erfolgsfaktoren für eine nachhaltige Excellence in Organisationen (BERGBAUER, 1999; KAMISKE & BRAUER, 2012; BRUHN, 2013; ZECH, 2015). Erläuterungen zu diesen Grundkonzepten sind u. a. in BERGBAUER (1999) und ZECH (2015) zu finden. Das in Abbildung 8 dargestellte **Kriterienmodell** bildet die Grundstruktur des EFQM-Modells, die sich aus neun Hauptkriterien der Kategorien Befähiger und Ergebnis zusammensetzt (PFEIFER, 2001; TAVASLI, 2007; SCHMITT & PFEIFER, 2010; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012; KAMISKE & BRAUER, 2012; BRUHN, 2013; FRIEDLI ET AL. 2014; MÜLLER, 2014; ZECH, 2015).

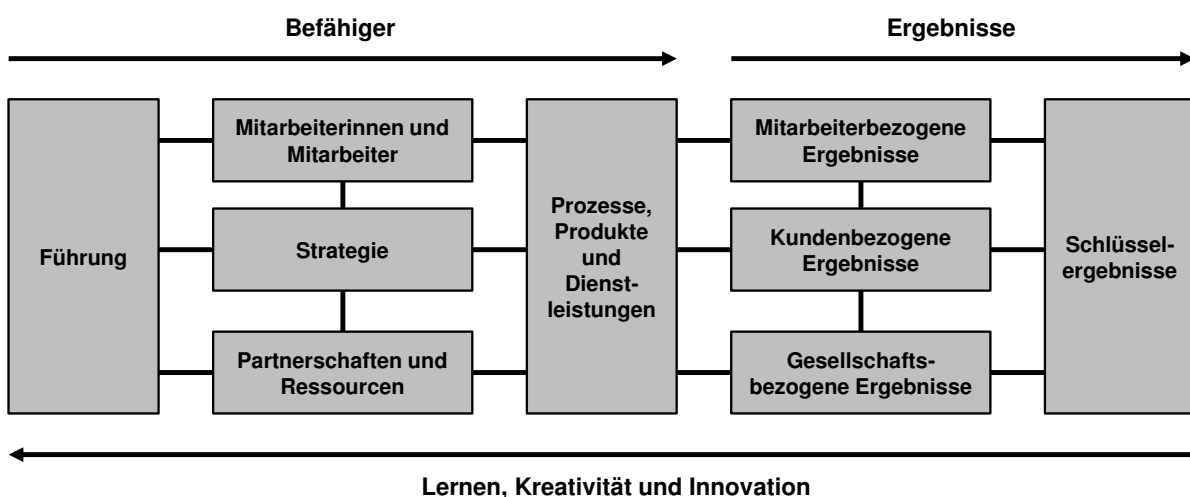


Abbildung 8: EFQM-Modell (Quelle: SEGHEZZI ET AL., 2013)

<sup>4</sup> RADAR steht für Results, Approach, Deployment, Assessment und Review (PFEIFER, 2001; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012; MÜLLER, 2014).

---

Mittels der **Befähiger-Kriterien** werden die Abläufe bzw. Prozesse, die zu einem Ergebnis führen und mittels der **Ergebnis-Kriterien** die Ergebnisse der Organisation selbst berücksichtigt. (PFEIFER, 2001; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012; KAMISKE & BRAUER, 2012; FRIEDLI ET AL. 2014; ZECH, 2015) Somit stehen diese Kriterienkategorien im direkten Zusammenhang zueinander, denn die Ergebnisse werden von den Befähigern erreicht, die wiederum die Ergebnisse für Verbesserungen nutzen können. Nach ZECH (2015) wurde das EFQM-Modell folglich als ein Qualitätskreislauf konzipiert.

Die dritte Komponente des EFQM-Modells ist die **RADAR-Logik**, welche einen dynamischen Bewertungsrahmen für eine nachhaltige Excellence von Organisationen darstellt (BRUHN, 2013). Dabei dient die RADAR-Logik sowohl der Selbstbewertung von Organisationen als auch als Bewertungsgrundlage für die Bewerbung für den European Excellence Award (BERGBAUER, 1999; ZECH, 2015). Dazu wird die Organisation nach den neun Hauptkriterien sowie deren 32 Teilkriterien systematisch und umfassend bewertet. Zunächst werden die Ergebnisse (Results) u. a. bezüglich der Erreichung der festgelegten Ziele bewertet und es wird ermittelt, in welchem Umfang relevante Bereiche zu den Ergebnissen beigetragen haben. Hinsichtlich der Befähiger-Kriterien werden die geplanten Vorgehensweisen (Approach), die Umsetzung der Vorgehensweisen (Deployment) sowie die Bewertung und Verbesserung der Vorgehensweisen (Assessment and Review) seitens der Organisation analysiert. (BERGBAUER, 1999; SCHMITT & PFEIFER, 2010; SEGHEZZI ET AL., 2013; ZECH, 2015) Dabei werden den einzelnen Teilkriterien Punktzahlen zugewiesen und unter Berücksichtigung der Gewichtung der Hauptkriterien zu einem Gesamtwert verdichtet, der die erreichte Excellence der Organisation beschreibt. (MÜLLER, 2014) Bei der Gewichtung der Kriterien setzt jede Organisation ihre eigenen Maßstäbe an. Möchte sich jedoch eine europäische Organisation um den European Excellence Award bewerben, so muss eine gemäß der jährlichen Ausschreibung einheitliche Gewichtung vorgenommen werden. (SEGHEZZI ET AL., 2013) Um schließlich die Preisträger bestimmen zu können, werden die von den Organisationen eingereichten Unterlagen von Assessoren der EFQM bewertet, einer Jury zur Entscheidung über mögliche Audits vorgelegt und ein Schlussreview durchgeführt (BERGBAUER, 1999; KAMISKE & BRAUER, 2012).

#### 2.4.4 Six Sigma

Das Qualitätskonzept Six Sigma wurde in den 1980er Jahren von dem amerikanischen Unternehmen Motorola ins Leben gerufen und in den vergangenen Jahren von anderen Organisationen weiterentwickelt. (PFEIFER, 2001; REIßIGER ET AL., 2007; TAVASLI, 2007)

Der Begriff Six Sigma stammt aus der Statistik und beschreibt mittels der **Standardabweichung**  $\sigma$  die Anzahl der akzeptablen Fehler oder Abweichungen innerhalb der Ergebnis- und Prozessqualität. Nach PFEIFER (2001) beträgt diese Fehlerrate 0,002 ppm<sup>(5)</sup>. Das bedeutet, dass zwei von einer Milliarden Bauteilen oder Vorgängen fehlerhaft sein dürfen. Darüber hinaus ist in der Literatur oftmals der Wert 3,4 ppm zu finden (vgl. BERGBAUER, 1999; GEIGER & KOTTE, 2008; TAVASLI, 2007), welcher auf der Annahme beruht, dass der Mittelwert der Ergebnisse um 1,5  $\sigma$  vom Nennwert abweichen kann. (PFEIFER, 2001; REIßIGER ET AL., 2007; KÖHLER ET AL., 2014) Somit ist das wesentliche Ziel von Six Sigma, möglichst geringe Fehlerraten bzw. fehlerfreie Produkte, Dienstleistungen und Prozesse zu erreichen (PFEIFER, 2001; BRUHN, 2013; SEGHEZZI ET AL., 2013; FRIEDLI ET AL., 2014).

Um solche geringen Fehlerraten zu ermöglichen, werden im Rahmen von Six Sigma die Ergebnis- und Prozessqualität in Organisationen mittels statistischer Messgrößen überwacht und ggf. verbessert (GEIGER & KOTTE, 2008; SEGHEZZI ET AL., 2013; KÖHLER ET AL., 2014). Obwohl Six Sigma grundsätzlich als ein Performance Measurement System angesehen werden kann, erlangt der

---

<sup>5</sup> ppm = parts per million

---

Ansatz durch die folgenden zusätzlichen Managementelemente den Status eines Qualitätsmanagementkonzeptes:

- Methoden-/Werkzeugkasten,
- Verbesserungsprozesse,
- Promotorenkonzept und
- Projektcontrolling/-reporting.

(SEGHEZZI ET AL., 2013; FRIEDLI ET AL., 2014)

Der **Methoden-/Werkzeugkasten** besteht zum größten Teil aus statistischen Methoden wie bspw. der Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse (FMEA) oder der statistischen Prozessregelung (SPC) (BERGBAUER, 1999; REIßIGER ET AL., 2007; SEGHEZZI ET AL., 2013). Für die Verbesserung von Produkten, Dienstleistungen und Prozessen werden im Rahmen der **Verbesserungsprozesse** zwischen den zwei Vorgehensweisen DMAIC<sup>6</sup> und DMADV<sup>7</sup> unterschieden. Während DMAIC bei existenten, aber noch zu verbessernden Produkten, Dienstleistungen und Prozessen angewendet wird, wird DMADV bei neuen Produkten, Dienstleistungen und Prozessen eingesetzt. (REIßIGER ET AL., 2007; GEIGER & KOTTE, 2008; BRUHN, 2013; SEGHEZZI ET AL., 2013; FRIEDLI ET AL., 2014; KÖHLER ET AL., 2014) Um die Qualifikation und die durchgängige Verantwortung für die ständige Verbesserung in der Organisation zu gewährleisten, wird im Rahmen des **Promotorenkonzepts** eine Weiterbildung des verantwortlichen Personals in statistischen Methoden, Projektmanagement und allgemeiner Führung angeboten. (SEGHEZZI ET AL., 2013; FRIEDLI ET AL., 2014) Das **Projektcontrolling/-reporting** beinhaltet, dass in regelmäßigen Gesprächen der Stand und die bisherigen Ergebnisse des Projekts besprochen werden (SEGHEZZI ET AL., 2013).

In der Literatur unterschieden sich die Definitionen und somit auch die Auffassungen von Six Sigma. Grund hierfür sieht TAVASLI (2007) in der relativen Neuheit und dem Ursprung dieses Ansatzes in der Praxis sowie dessen evolutionären Weiterentwicklung. Zum Grundverständnis seiner Arbeit schlägt TAVASLI (2007) daher folgende Definition vor:

„Six Sigma ist eine kundenorientierte Prozessverbesserungsstrategie, die die an sich gegensätzlichen Ziele der Kostenführerschaft und Differenzierung vereint und den hybriden Ansatz verfolgt, sofern diese über die gesamte Wertschöpfungskette eines Unternehmens Einsatz findet. Sie stellt hierzu einen ganzheitlichen, systematischen sowie strukturierten Ansatz [...] dar, um Prozesse aus allen Bereichen durch die effektive Kombination aus überwiegend bekannten statistischen und nicht statistischen Methoden in Teamarbeit nachweisbar und nachhaltig kunden- und unternehmensorientiert zu verbessern bzw. neu zu gestalten und den Unternehmenserfolg signifikant zu steigern.“

Im Zusammenhang mit Six Sigma ist ebenfalls der Ansatz **Lean Six Sigma** zu nennen, der als eine Kombination aus Six Sigma und Lean Management anzusehen ist. Grundgedanke des Lean Managements, das wie Six Sigma seinen Ursprung in den 1980er Jahren hat, ist, die Kundenzufriedenheit durch Erhöhung der Prozessgeschwindigkeit und Vermeidung von Ausschüssen im Rahmen der Prozesse zu steigern. Somit vereint Lean Six Sigma die Stärken der beiden Konzepte. (REIßIGER ET AL., 2007; SCHMITT & PFEIFER, 2010; BRUHN, 2013) Während Six Sigma die Ergebnis- und Prozessqualität und dadurch zeitgleich die Kundenzufriedenheit verbessert, erhöht das Lean Management die Geschwindigkeit der Prozesse (BRUHN, 2013).

---

<sup>6</sup> DMAIC = Define, Measure, Analyze, Improve, Control

<sup>7</sup> DMADV = Define, Measure, Analyze, Design, Verify

---

### 2.4.5 Balanced Scorecard

Anfang der 1990er Jahre wurde auf Grundlage einer Studie zu Performance Measurement Systemen die Balanced Scorecard (ausgewogene Kenngrößenkarte) entwickelt. (GEIGER & KOTTE, 2008; SEGHEZZI ET AL., 2013) Die Balanced Scorecard kann als ein Planungs-, Führungs- und Controllinginstrument angesehen werden, mit dessen Unterstützung ein schneller und umfassender Überblick über die Organisation ermöglicht wird (KAPLAN & NORTON, 1992; PFEIFER, 2001; TAVASLI, 2007; SEGHEZZI ET AL., 2013). Dazu werden das Leitbild und die strategischen Ziele, die sich eine Organisation gesetzt hat, in spezifische Kennzahlen übersetzt (KAPLAN & NORTON, 1992; REIßIGER ET AL., 2007; TAVASLI, 2007). Neben finanziellen Kennzahlen werden ebenfalls betriebliche Kennzahlen bezüglich der Kundenzufriedenheit, der internen Prozesse sowie der Innovations- und Verbesserungsaktivitäten der Organisation zur Ermittlung derer Leistungsfähigkeit herangezogen, die mittels sogenannter Ergebnistafeln (score cards) strukturiert werden (KAPLAN & NORTON, 1992; KAMISKE & BRAUER, 2012). Damit werden die folgenden vier wichtigen Perspektiven berücksichtigt, die einen ausgewogenen (balanced) Einblick ermöglichen:

- Finanzperspektive,
- Kundenperspektive,
- Prozessperspektive und
- Potenzialperspektive.

(KAPLAN & NORTON, 1992; PFEIFER, 2001; GEIGER & KOTTE, 2008; TAVASLI, 2007; SEGHEZZI ET AL., 2013; STEINMANN ET AL., 2013)

Die genannten Perspektiven stehen im direkten Zusammenhang zueinander. So setzt die Balanced Scorecard voraus, dass die finanziellen Ziele innerhalb der **Finanzperspektive** (z. B. Steigerung des Organisationswerts) bei Erreichung der Ziele der anderen Perspektiven erreicht werden können (SEGHEZZI ET AL., 2013). Die **Kundenperspektive** berücksichtigt den grundsätzlichen Trend im Management, sich auf die Kunden auszurichten. Dabei werden die Kundenanforderungen ermittelt, welche in die Kategorien Zeit, Qualität, Leistung und Service sowie Kosten unterteilt werden können. Um die Kundenerwartungen zu erfüllen, müssen schließlich die dazu notwendigen Prozesse innerhalb der Organisation dargelegt werden. Darüber gibt die **Prozessperspektive** Aufschluss. Die **Potenzialperspektive** enthält Informationen über die Fähigkeit einer Organisation zur Innovation und die benötigte Zeit zur Entwicklung und Einführung neuer Produkte und Dienstleistungen. (KAPLAN & NORTON, 1992; PFEIFER, 2001; TAVASLI, 2007; SEGHEZZI ET AL., 2013)

Um die zeitliche Entwicklung der einzelnen Perspektiven innerhalb der Organisationen hervorheben zu können, können in eine Balanced Scorecard mehrere aufeinanderfolgende Zeiträume integriert werden. Dazu empfiehlt MÜLLER (2014) eine zweistufige Balanced Scorecard. Die erste Stufe stellt die **Unternehmens-Balanced Scorecard** dar, die lediglich ausgewählte Kennzahlen einer Perspektive beinhaltet. Die zweite Stufe ist die **Qualitätsmanagement-Balanced Scorecard**. Diese umfasst alle Kennzahlen und wird auf Unternehmensebene herangezogen, wenn genauere Untersuchungen benötigt werden.

## 2.5 Fazit

Im Rahmen dieses Kapitels wurden zum einen die relevanten Begriffe (Elemente, Prozesse, Ergebnisse und Lebensphasen) und die Entwicklung des Qualitätsmanagements näher erläutert. Zum anderen wurden die Konzepte und Modelle des Qualitätsmanagements, welche in den vergangenen Jahren weitverbreitete Anwendung fanden, beschrieben.

Die Erläuterungen zu den ausgewählten Konzepten bzw. Modellen des Qualitätsmanagements zeigen, dass das Performance Measurement dem Qualitätsmanagement gemäß DIN EN ISO 9000 ff.

---

recht ähnlich ist. Dennoch zeigten sich u. a. Unterschiede in den Schwerpunktausrichtungen (vgl. Kapitel 2.4.2). Obwohl beide Ansätze trotz ihrer Abweichungen schwer voneinander abzugrenzen sind, wird in dieser Arbeit als wesentliche Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen der Ansatz des normativ geregelten Qualitätsmanagements herangezogen.

Der Grund ist zum einen, dass das Qualitätsmanagement gemäß DIN EN ISO 9000 ff. in Deutschland weit verbreitet und folglich bewährt ist. Zum anderen berücksichtigt der Anwendungsbereich der Normenreihe DIN EN ISO 9000 ff. alle Organisationen unabhängig von ihrer Größe, ihrer Art oder ihren bereitgestellten Produkten und Dienstleistungen, die durch die Umsetzung eines Qualitätsmanagementsystems die Qualität ihrer Produkte und Dienstleistungen sicherstellen möchten. Nach DIN EN ISO 9000:2015-11 wird dabei als Organisation eine „Person oder Personengruppe, die eigene Funktionen mit Verantwortlichkeiten, Befugnissen und Beziehungen hat, um ihre Ziele zu erreichen“ verstanden, die sowohl öffentlich-rechtlich als auch privatrechtlich sein kann. Als Beispiele werden u. a. Gesellschaft, Behörde, Unternehmen und Institution benannt, die auch im Bereich des Straßen- und Verkehrswesens zu finden sind. Daher kann die Normenreihe samt ihrer Begriffsbezeichnungen grundsätzlich auch auf das Straßen- und Verkehrswesen übertragen werden.

---

## 3 Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen

---

### 3.1 Einführung

Um eine Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Verkehrsbereich zu schaffen, wird in diesem Kapitel zunächst das Straßen- und Verkehrswesen allgemein definiert und anschließend im Sinne der FGSV für die vorliegende Arbeit inhaltlich abgegrenzt. Das Richtlinienwerk der FGSV stellt den Großteil des deutschen Technischen Regelwerks dar und bildet somit den grundlegenden Rahmen für ein umfassendes Qualitätsmanagement.

Im nächsten Schritt werden die Akteure im Straßen- und Verkehrswesen, ihre verfolgten Ziele und der potenzielle Nutzen eines Qualitätsmanagements für diese Akteure dargestellt. Abschließend werden die in Kapitel 2.2 genannten Begriffe des Qualitätsmanagements (Elemente, Prozesse, Ergebnisse und Lebensphasen) auf das Straßen- und Verkehrswesen übertragen.

### 3.2 Definition des Straßen- und Verkehrswesens

#### 3.2.1 Allgemeine Definition

Sowohl der Begriff des Straßenwesens als auch des Verkehrswesens sind weit verbreitet und findet in der Fachsprache seit geraumer Zeit häufig Verwendung (vgl. VAN DER BORGHT, 1913; KOESSLER, 1959; VOIGHT, 1973). Zwar ist die Bedeutung grundsätzlich bekannt, aber dennoch sind allgemeingültige Definitionen selten schriftlich festgehalten worden. Nachfolgend werden daher die Begriffe Verkehrswesen und Straßenwesen definiert.

#### *Verkehrswesen*

Eine der ersten Begriffsdefinitionen gibt VOIGHT (1973), indem er das Verkehrswesen als „die Gesamtheit der Erscheinungen, die mit der Raumüberwindung zusammenhängen“, beschreibt. Jahrzehnte später konkretisiert AMMOSER & HOPPE (2006) die Definition:

„Das Verkehrswesen ist ein abstraktes Gebilde und besteht aus der Gesamtheit aller sozialen, wirtschaftlichen und technischen Institutionen, Einrichtungen oder Prinzipien, welche für die Erstellung eines Ortsveränderungsprozesses benötigt werden, mit dem Ziel der Veränderung des räumlichen Daseins von

- Gütern [...],
- Personen [...] und
- Nachrichten bzw. Information (auf stofflichen und nicht stofflichen Trägern).“

Dabei umfasst gemäß AMMOSER & HOPPE (2006) das Verkehrswesen

- den Verkehrsmarkt, die Verkehrsteilnehmer, die Verkehrswirtschaft und verwandte Branchen (z. B. Verkehrsbauwesen oder Fahrzeugbau),
- die Verkehrspolitik und die öffentliche Verkehrsverwaltung,
- die Gesamtheit der technischen und organisatorischen Mittel, um Verkehrsprozesse<sup>8</sup> zu realisieren,
- die sozialen Aspekte der Mobilität (z. B. Mobilitäts- und Mobilitätsverhalten),

---

<sup>8</sup> Verkehrsprozess „bezeichnet eine dynamische Aufeinanderfolge verschiedener Zustände eines Verkehrssystems zur meist zielgerichteten und zweckbestimmten Bewegung von Personen, Gütern oder Nachrichten in einem örtlich, zeitlich oder sachlich definierten Raum, i. d. R. unter Zuhilfenahme von Verkehrsmitteln, zwischen einer Verkehrsquelle (Start) und einer Verkehrssenke (Ziel).“ (AMMOSER & HOPPE, 2006)

- die Verkehrswissenschaften und ihre Institutionen sowie verwandte Gebiete (z. B. Mobilitätsforschung, Verkehrstechnik, Verkehrssystemmanagement) und
- den nichttechnischen bzw. nichtöffentlichen Verkehr und weitere Verkehrsarten (z. B. motorisierter Individualverkehr, Fußgänger- und Radverkehr).

Darüber hinaus können zur Erstellung sowie Ausführung einer Ortsveränderung von Personen und Gütern zwischen verschiedenen Verkehrsmedien<sup>9</sup> unterschieden werden. Neben dem Landraum, der in die Verkehrsträger Straße und Schiene unterteilt werden kann, können als Medium der Wasser-, Luft- und Weltraum genutzt werden. (AMMOSER & HOPPE, 2006; KUMMER, 2006) Da jedoch der Weltraum bzw. die Raumfahrt nicht in den Zuständigkeitsbereich des BMVI fällt, sondern im Rahmen des Weltraumrechts durch die Vereinten Nationen geregelt ist (UN DOC., 1963; UN, 2002), wird die Raumfahrt im weiteren Verlauf der Arbeit nicht berücksichtigt.

### *Straßenwesen*

Das Straßenwesen ist in der Fachliteratur nicht explizit definiert worden, somit wird anhand der Begriffsbestimmung für Straßenverkehr eine Definition abgeleitet. Nach AMMOSER & HOPPE (2006) bezeichnet der Begriff Straßenverkehr „die Ortsveränderung von Landfahrzeugen ohne Spurführung [...] auf Straßen“. GABLER (2015) konkretisiert diese Definition, indem die Ortsveränderung als „Beförderung von Personen und Gütern [...], v. a. mittels Kraftfahrzeugen“ beschrieben wird. Der Begriff des Straßenwesens kann schließlich mit Hilfe der Nachsilbe „-wesen“ gebildet werden, die laut BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT (O.J.) in Kombination mit einem Substantiv einen Bereich beschreibt, der etwas in seiner ganzen Vielfalt umfasst. Daher stellt das Straßenwesen die Gesamtheit aller Aufgaben dar, die der tatsächlichen Durchführung einer Ortsveränderung von Personen und Gütern dienen. Damit diese Ortsveränderung ermöglicht werden kann, muss eine Voraussetzung hinsichtlich der erforderlichen Infrastruktur geschaffen werden. Daher umfasst das Straßenwesen zum einen die Erstellung der Infrastruktur (z. B. Ober- und Unterbau einer Straße) samt der dazu gehörigen Bauteile und Baustoffe. Zum anderen werden ebenfalls der Betrieb und die Erhaltung bspw. durch den Betriebsdienst (z. B. Winterdienst) berücksichtigt. Somit wird die oben genannte Definition in Anlehnung an die Begriffsbestimmung für Verkehrswesen nach AMMOSER & HOPPE (2006) konkretisiert und im Rahmen der vorliegenden Arbeit Straßenwesen wie folgt definiert:

Das Straßenwesen besteht aus der Gesamtheit aller wirtschaftlichen, technischen, baulichen und betrieblichen Institutionen, Einrichtungen oder Prinzipien, welche für die Ausführung einer Ortsveränderung von Personen und Gütern auf einer Straße benötigt werden.

### **3.2.2 Abgrenzung im Sinne der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen**

Das deutsche Technische Regelwerk für das Straßen- und Verkehrswesen wird durch verschiedene Institutionen aufgestellt. Den Großteil des Technischen Regelwerks bildet dabei das Richtlinienwerk der FGSV, die im Jahr 1924 als Verein damals noch unter dem Namen „Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau“ und mit zwölf Arbeitsgruppen gegründet wurde (FGSV, 1974; KÜHN, 1999; NIELSEN, 2015). Die damaligen Aufgabenschwerpunkte lagen zum einen in der Schaffung von Fahrwegen, die für Autos geeignet sind, und zum anderen in der Gestaltung von Richtlinien für den Straßenbau.

Doch im Laufe der Jahre haben sich die Aufgabenbereiche des Vereins gewandelt und mit ihnen der Vereinsname. So wurde 1935 der Verein in „Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen“ umbenannt (FGSV, 1974; KÜHN, 1999; NIELSEN, 2015), um neben dem Straßenbau ebenfalls die Planung der Straßen und der einzelnen Ausstattungselemente (z. B. Verkehrszeichen, Markierungen

<sup>9</sup> Ein Verkehrsmedium stellt nach AMMOSER & HOPPE (2006) eine „unmittelbare physikalische System- bzw. Prozessumgebung“ dar, „in der Verkehrsprozesse stattfinden“.

und Lichtsignalanlagen) namentlich zu berücksichtigen. Darüber hinaus gehörten zum Aufgabenbereich des Vereins nun die Regelung von Erd- und Grundbaurbeiten sowie die konzeptionelle Gestaltung des Verkehrsnetzes hinsichtlich sicherheits- und mobilitätsrelevanter Aspekte (vgl. FGSV, 2014A). Nachdem diese Aufgaben 1935 zunächst in neun Arbeitsgruppen bearbeitet wurden, variierten aufgrund von Umstrukturierungen der Aufgabenbereiche die Anzahl der Arbeitsgruppen und deren Benennung in den folgenden Jahrzehnten. So entstanden im Jahr 1973 aus den Arbeitsgruppen „Straßenverwaltung“, „Planung und Verkehr - Stadtstraßen“ und „Planung und Verkehr - Landstraßen“ schließlich die heutigen Arbeitsgruppen 1 bis 3 (FGSV, 1974), die dem Verkehrswesen zugeordnet werden können. Um diese Erweiterung des Aufgabenspektrums des Vereins auch der Öffentlichkeit zugänglicher zu machen, wurde im Jahr 1980 im Rahmen einer Vorstandssitzung die Umbenennung zur heutigen „Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen“ (FGSV) beschlossen, welche allerdings erst im Jahr 1983 umgesetzt wurde (KÜHN, 1999). Die Entwicklung der Arbeitsgruppenstruktur der FGSV seit dem Gründungsjahr 1924 ist in der Anlage 1.1 zu finden.

Derzeit ist die FGSV in acht Arbeitsgruppen, fünf Kommissionen und sieben Querschnittsausschüssen untergliedert, wobei die Arbeitsgruppen in Arbeitsausschüsse und Arbeitskreise noch weiter untergliedert sind. Auf Basis dieser Gremienstruktur, welche in der Anlage 1.2 dargestellt ist, werden die aktuellen Themen des Straßen- und Verkehrswesens bearbeitet. Die Hauptaufgabengebiete der FGSV können dabei den acht Arbeitsgruppen zugeordnet werden, welche in Tabelle 2 zusammen mit ihrem jeweiligen Gründungsjahr aufgeführt sind.

Tabelle 2: Arbeitsgruppen der FGSV (Quelle: FGSV, 1974; FGSV, 1990; FGSV, 2014A)

| Arbeitsgruppen |                                     | Gründungs-<br>jahr |
|----------------|-------------------------------------|--------------------|
| AG 1           | Verkehrsplanung                     | 1973               |
| AG 2           | Straßenentwurf                      | 1973               |
| AG 3           | Verkehrsmanagement                  | 1973               |
| AG 4           | Infrastrukturmanagement             | 1935               |
| AG 5           | Erd- und Grundbau                   | 1935               |
| AG 6           | Gesteinskörnungen, ungeb. Bauweisen | 1924               |
| AG 7           | Asphaltbauweisen                    | 1924               |
| AG 8           | Betonbauweisen                      | 1924               |

Die in Tabelle 2 dargestellten Arbeitsgruppenbezeichnungen spiegeln zwar die Aufgabenschwerpunkte der FGSV wider, dennoch kann hieraus allein keine genaue Aussage über die darin betrachteten Verkehrsobjekte getroffen werden. Ein **Verkehrsobjekt** ist gemäß AMMOSER & HOPPE (2006) „der Arbeitsgegenstand im Verkehrsprozess“ und kann in Personen, Transportgüter bzw. Güter (Waren, Dienstleistungen, Kapital, Energie) und Nachrichten bzw. Information unterteilt werden. Das Verkehrsobjekt Nachricht bzw. Information stellt dabei eher einen Arbeitsgegenstand des Nachrichtenwesens, auch Informations- und Kommunikationstechnik genannt, dar. Diesem können prinzipiell ebenfalls Verkehrsinformationen zugeordnet werden, da nach AMMOSER & HOPPE (2006) Informationen bzw. Nachrichten „von Menschen ausgehen und an Menschen gerichtet sind“. Im Qualitätsmanagement stellt die Verkehrsinformation aus Sicht des Kunden allerdings eine Dienstleistung dar, an die er Anforderungen formuliert, und werden daher dem Verkehrsobjekt Güter zugeordnet.



Um die berücksichtigten Verkehrsobjekte bestimmen zu können, wird das Technische Regelwerk der FGSV (Stand: August 2015) den genannten Verkehrsobjekten zugeordnet. Die Auswertung, welche in der Anlage 2.1 zu finden ist, zeigt, dass das Richtlinienwerk der FGSV ausschließlich die Verkehrsobjekte Personen und Güter bzw. Waren und Dienstleistungen anspricht. Auf Basis dieser Auswertung werden daher die Verkehrsobjekte Kapital, Energie und Nachrichten bzw. Information in der Abgrenzung des Straßen- und Verkehrswesens nicht berücksichtigt.

Neben den Verkehrsobjekten wird das Technische Regelwerk der FGSV ebenfalls nach den darin betrachteten **Verkehrsmedien** (Land-, Wasser- und Luftraum) ausgewertet. Bei der Auswertung wird das Verkehrsmedium Landraum in Straße, Schiene für den öffentlichen Nahverkehr und Schiene für den öffentlichen Fernverkehr unterteilt. Gemäß dem Personenbeförderungsgesetz (PBefG) wird dabei der öffentliche Nahverkehr durch eine gesamte Reiseweite von 50 Kilometer oder eine Gesamtreisezeit von nicht höher als einer Stunde klassifiziert. Darüber hinaus werden die Verkehrsmedien Wasser- und Luftraum nicht weiter unterteilt.

Die Unterteilung des Technischen Regelwerks nach den Verkehrsmedien ist in Abbildung 9 dargestellt. Eine genauere Auswertung des Technischen Regelwerks der FGSV getrennt nach den in Abbildung 9 aufgeführten Gremien ist in der Anlage 2.2 zu finden.

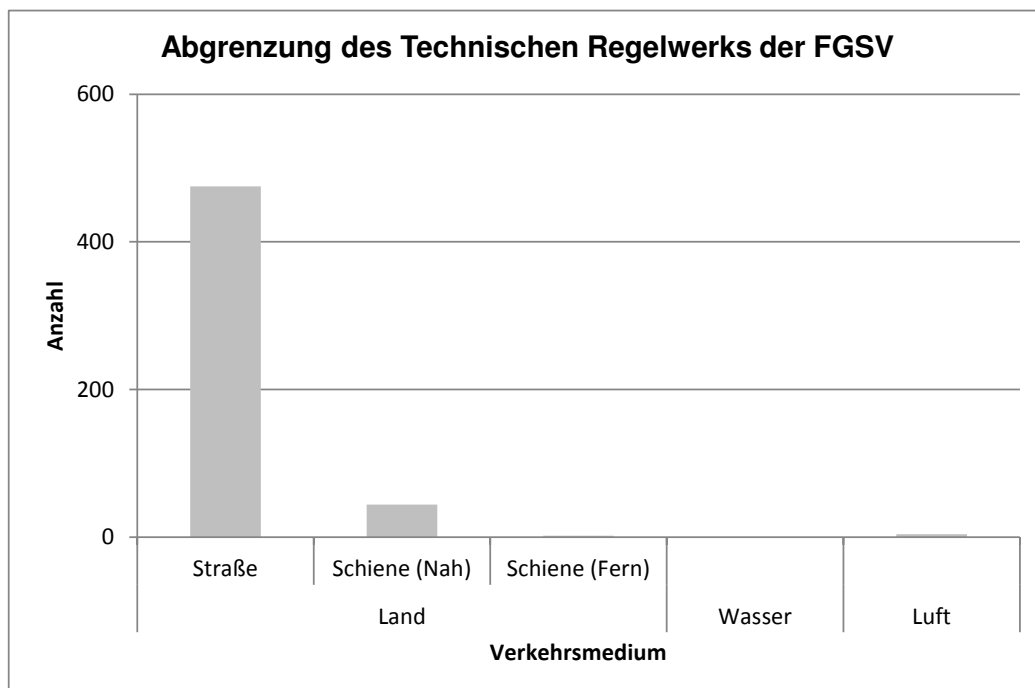


Abbildung 9: Abgrenzung des Technischen Regelwerks der FGSV nach den verschiedenen Verkehrsmedien

Wie die Auswertung in Abbildung 9 zeigt, liegt das Hauptaufgabenfeld der FGSV im Bereich des Verkehrsmediums Straße. So kann ein Großteil des Technischen Regelwerks der FGSV der Straße zugeordnet werden. Daneben befassen sich einige wenige Dokumente mit dem Verkehrsmedium Schiene für den öffentlichen Nahverkehr, wohingegen lediglich zwei Dokumente die Schiene für den öffentlichen Fernverkehr ansprechen. Zudem kann festgehalten werden, dass das Verkehrsmedium Wasserraum nicht im Aufgabenspektrum der FGSV liegt und somit im weiteren Verlauf dieser Arbeit nicht berücksichtigt wird. Der Luftraum wird in insgesamt elf Dokumenten angesprochen, wobei diese die Dimensionierung, die Baustoffe für den Bau und die Erhaltung von Flugbetriebsflächen (z. B. Start- und Landebahn) behandeln. Aufgrund der geringen Anzahl an Richtlinien wird der Luftraum ebenfalls im weiteren Verlauf der Arbeit nicht weiter berücksichtigt.

### 3.2.3 Abgrenzung des Straßen- und Verkehrswesens für ein umfassendes Qualitätsmanagement

Sowohl das Straßenwesen als auch das Verkehrswesen stellen für die Entwicklung eines Qualitätsmanagements ein komplexes Gebilde dar. Dies stellte JENTSCH (2009) bereits für den Stadtverkehr heraus und nannte bspw. die Vielzahl an unterschiedenen Verkehrsmitteln, betroffenen Akteuren und normativen Vorgaben als wesentliche Gründe für diese Komplexität. Da der Stadtverkehr einen Teilbereich des Straßenwesens und des Verkehrswesens darstellt, gelten die von JENTSCH (2009) genannten Merkmale ebenfalls für das Straßenwesen und das Verkehrswesen. Ein umfassendes Qualitätsmanagement im Verkehrsbereich muss daher all diese Merkmale berücksichtigen.

Die wesentliche Grundlage für Entwicklung und Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Verkehrsbereich stellt jedoch das Technische Regelwerk der FGSV dar, die den Großteil des Technischen Regelwerks stellt. Die Aufgabenschwerpunkte der FGSV und der darin betrachteten Verkehrsmedien (vgl. Kapitel 3.2.2) sollten somit grundsätzlich im Rahmen eines Qualitätsmanagements Beachtung finden. Neben der Straße und der Schiene für den öffentlichen Nahverkehr berücksichtigt das Technische Regelwerk in einigen Dokumenten sowohl die Schiene für den öffentlichen Fernverkehr als auch den Luftraum, doch decken diese nur einen geringen Teil des Schienenfern- bzw. Luftverkehrs ab. So wird bspw. die Dimensionierung von Flughäfen oder Bahnhöfen nicht durch das Technische Regelwerk der FGSV abgedeckt. Beide Verkehrsmedien werden daher im weiteren Verlauf der Arbeit nicht weiter betrachtet.

Zur Entwicklung eines umfassenden Qualitätsmanagements wird basierend auf den allgemeinen Definitionen und der inhaltlichen Abgrenzung durch den Aufgabenbereich der FGSV für die vorliegende Arbeit eine gemeinsame Definition für das Straßen- und Verkehrswesen eingeführt:

Das Straßen- und Verkehrswesen besteht aus der Gesamtheit aller wirtschaftlichen, technischen, baulichen und betrieblichen Institutionen, Einrichtungen oder Prinzipien, welche für die Erstellung und Ausführung einer Ortsveränderung von Personen und Gütern auf der Straße und/oder auf der Schiene für den öffentlichen Nahverkehr benötigt werden.

## 3.3 Akteure im Straßen- und Verkehrswesens

### 3.3.1 Beschreibung der Akteure

Gemäß DIN EN ISO 9000:2015-11 sind in einem Qualitätsmanagement all jene Akteure als sogenannte „interessierte Parteien“ zu berücksichtigen, die Anforderungen an die Leistung oder den Erfolg von Institutionen stellen. DIN EN ISO 9004:2009-12 benennt folgende Parteien:

- Kunden,
- Eigentümer/Anteilseigner,
- Mitarbeiter der Organisation,
- Lieferanten und Partner sowie
- Gesellschaft.

Diese Unterteilung der Parteien kann auf die am Straßenverkehr Beteiligten (Akteure) übertragen werden. Abbildung 10 zeigt die Akteure im Straßen- und Verkehrswesen und stellt einen Bezug zu den in der DIN-Norm beschriebenen Parteien her.

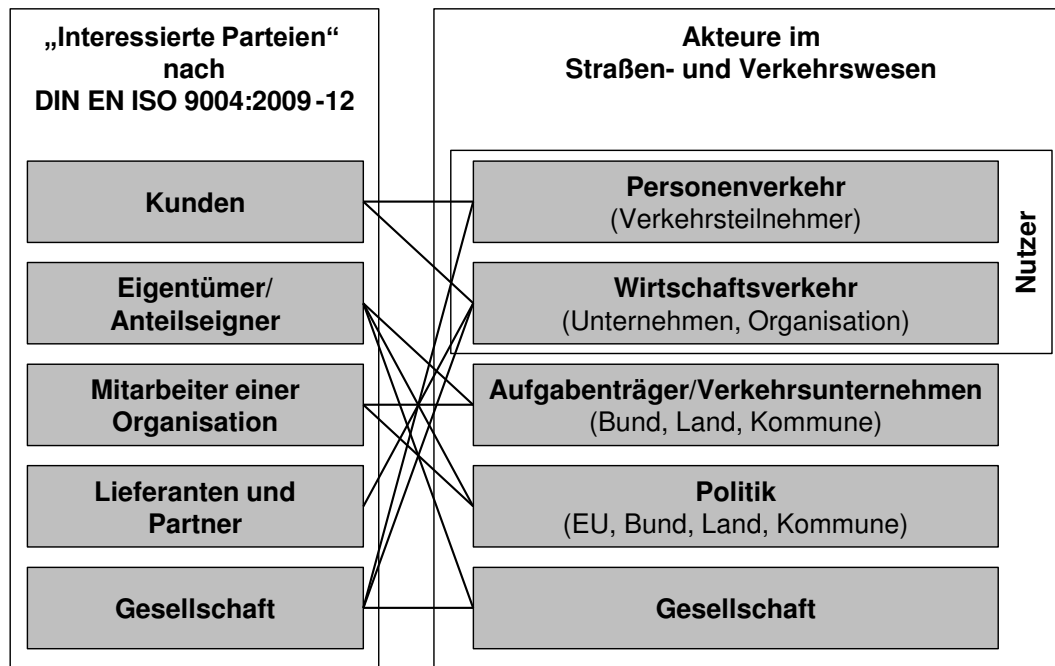


Abbildung 10: Akteure im Straßen- und Verkehrswesen aus Sicht des Qualitätsmanagements (in Anlehnung an BOLTZE & JENTSCH, 2010)

### *Nutzer*

Die Akteure in den Bereichen des **Personen- und Wirtschaftsverkehrs** können unter dem Begriff „Nutzer“ zusammengefasst werden. Vorrangig sind dies alle Akteure, die für die Realisierung von Ortsveränderungen das Verkehrssystem nutzen (z. B. Unternehmen für die Durchführung von Gütertransporten).

### *Aufgabenträger/Verkehrsunternehmen*

Neben den Nutzern sind auch die „Aufgabenträger/Verkehrsunternehmen“ wichtige Akteure im Straßenverkehr. **Aufgabenträger** stellen dabei Gebietskörperschaften (Bund, Bundesländern und Kommunen) dar. Daneben sind **Verkehrsunternehmen** bspw. einer Stadt für eine ausreichende Versorgung mit ÖPNV-Verkehrsleistungen verantwortlich. Da Verkehrsunternehmen als öffentliche Unternehmen auch zu den Aufgabenträgern gezählt werden können (vgl. GABLER, 2015), werden nachfolgend die Gebietskörperschaften und die Verkehrsunternehmen unter dem Begriff Aufgabenträger zusammengefasst.

### *Politik*

Neben den Funktionen von Aufgabenträger übernehmen der **Bund**, die **Bundesländer** und die **Kommunen** zugleich auch Aufgaben als „politische Entscheidungsträger“. Diese stellen zum einen Vorgaben hinsichtlich der Ausgestaltung des Verkehrssystems auf (z. B. durch die Festlegung von Luftschadstoffgrenzwerten durch die Europäische Union) und zum anderen teilen sie Finanzmittel für Bau und Betrieb von Verkehrsinfrastruktur zu.

### *Gesellschaft*

Unter dem Begriff „Gesellschaft“ sind **zivilgesellschaftliche Akteure** zusammengefasst, deren Anforderungen an das Verkehrssystem in einem Qualitätsmanagement berücksichtigt werden sollten. Dies können zum einen einzelne Bürger (z. B. Personen, die eine rechtliche Beziehung zu einem Grundstück im Sinne eines Anliegers haben) oder Bürgerinitiativen und Interessengruppen wie bspw. Verkehrsclubs oder Behindertenverbände sein, die in Vertretung Nutzerinteressen bezogen auf bestimmte Teilaspekte des Gesamtsystems, z. B. spezifische Verkehrsmittel oder Nutzergruppen, artikulieren. Zum anderen sind ebenfalls sowohl Vereine und Verbände (z. B.

---

Umweltschutzverbände) wie auch Träger öffentlicher Belange zur vom Verkehrssystem betroffenen Gesellschaft zu zählen.

### 3.3.2 Ziele der Akteure

Das Straßen- und Verkehrswesen kann einen Beitrag dazu leisten, die Lebensqualität der einzelnen Individuen zu steigern. In AS&P (1993) wird diese Forderung durch Definition der **vier Oberziele** des Verkehrs bekräftigt:

- Erhöhung der Sicherheit,
- Befriedigung des Mobilitätsbedürfnisses,
- Schonung der Umwelt und
- Verbesserung der Wirtschaftlichkeit.

Um die für die Konzeption eines Qualitätsmanagements notwendigen Ziele der verschiedenen Akteure im Straßen- und Verkehrswesen identifizieren zu können, müssen deren unterschiedliche **Blickwinkel** bezogen auf die Oberziele des Verkehrs beachtet werden. Solche Ziele können zum einen **akteursgruppenspezifisch** sein, zum anderen kann es aber auch zu **Zielüberschneidungen** kommen, so dass mehrere Akteure direkt oder indirekt das gleiche Ziel verfolgen. Dies soll nachfolgend am Beispiel des Ziels „Schonung der Umwelt“ näher erläutert werden.

Die Aufgabenträger werden durch die gesetzlichen Vorgaben der Politik beeinflusst. So hat bspw. die Europäische Union Richtlinien zur Luftqualität erlassen (z. B. Richtlinie 2008/50/EG), die u. a. die Grenzwerte für die Luftschadstoffimmissionen festlegen. Zur Einhaltung dieser Grenzwerte wurden auf Bundesebene Durchführungsverordnungen beschlossen (z. B. 39. BImSchV), welche eine verbindliche Handlungsanweisung für die Aufgabenträger darstellen. Diese haben Maßnahmen in ihrem Zuständigkeitsbereich so auszurichten, dass die von der Politik geforderten Grenzwerte eingehalten werden. Somit kann festgehalten werden, dass die Ziele der Politik auch die Aufgabenträger betreffen. Umweltbelastungen und die zu deren Reduzierung erforderlichen Maßnahmenkonzepte haben zudem einen direkten Einfluss auf den Nutzer, der Kunde des Verkehrssystems ist. Die Umweltbelastungen, die den Nutzer persönlich betreffen (individuelle Immissionen), sollen möglichst gering gehalten werden. Die Ziele der Nutzer gelten daher auch für die Aufgabenträger, da diese versuchen, den Wünschen der Nutzer entgegen zu kommen. Die drei Akteure Nutzer, Aufgabenträger und Politik sind zudem gleichermaßen Teil der Gesellschaft, so dass all ihre Ziele auch für die Gesellschaft gelten.

Strukturiert nach den genannten Oberzielen im Verkehr sind in Abbildung 11 die grundlegenden Ziele bzw. Anforderungen der Akteure an das Verkehrssystem dargestellt.

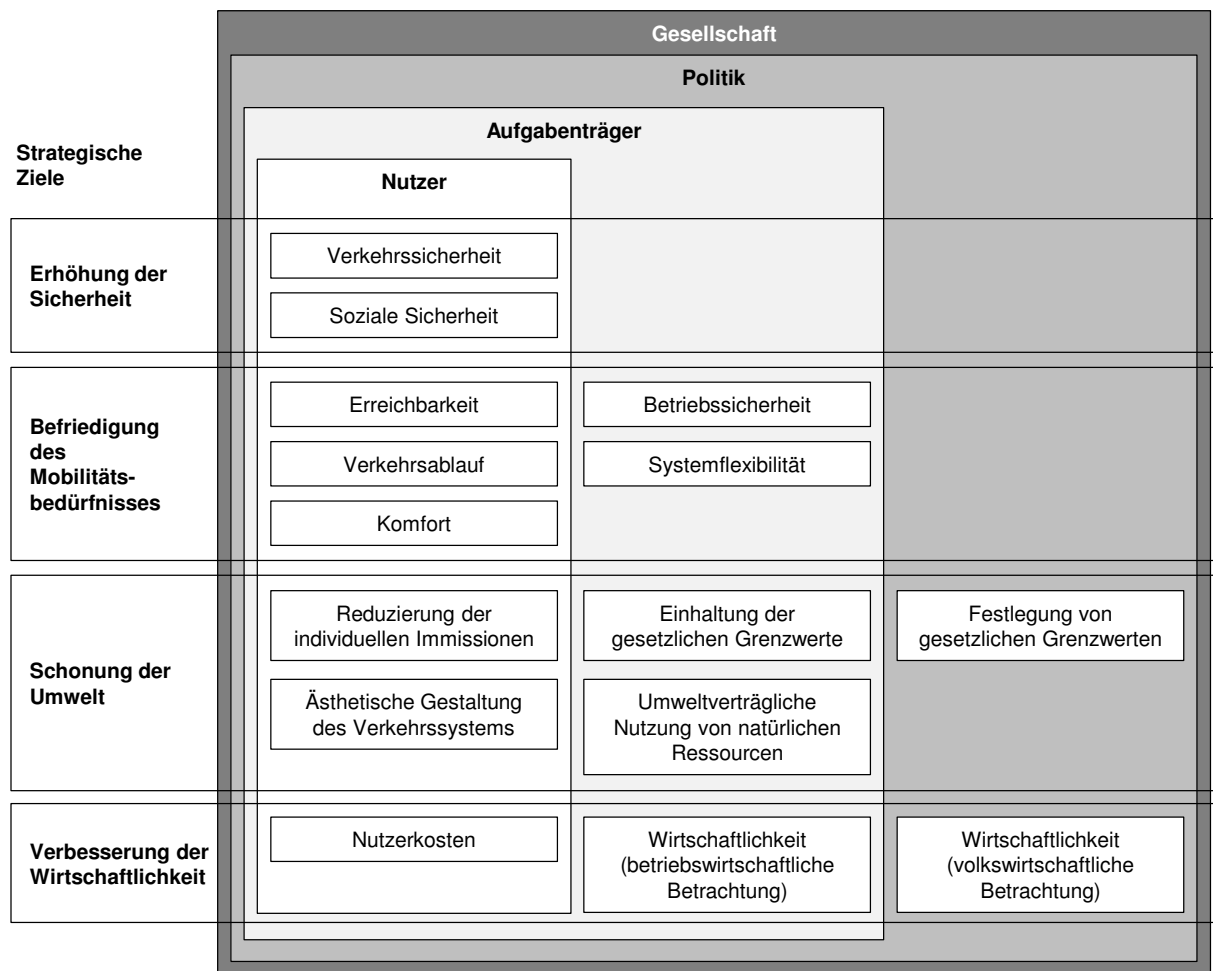


Abbildung 11: Grundlegende Ziele bzw. Anforderungen der Akteure an das Verkehrssystem (in Anlehnung an JENTSCH, 2009)

Ein umfassendes Qualitätsmanagement greift die Ziele bzw. Anforderungen der unterschiedlichen Akteure auf und soll dazu beitragen, diese bestmöglich zu erfüllen.

### 3.3.3 Nutzen eines Qualitätsmanagements für die verschiedenen Akteure

Gemäß DIN EN ISO 9000:2015-11 stellt das Qualitätsmanagement die Grundlage für eine ständige Verbesserung des herzustellenden Produkts, der herzustellenden Dienstleistung und der dazugehörigen Prozesse sowie für die Erreichung der gesteckten Qualitätsziele dar, um in Organisationen die **Kundenzufriedenheit** zu erhöhen. Dies kann auch auf das Straßen- und Verkehrswesen bezogen werden, wobei unter dem Begriff Kunde der einzelne Nutzer des Verkehrssystems zu verstehen ist. Die Zufriedenheit der Nutzer kann gemäß JENTSCH (2009) durch die **Sicherung und Verbesserung der Qualität des Verkehrssystems** gewährleistet werden, um in erster Linie das Bedürfnis der Nutzer nach Mobilität und Sicherheit zu befriedigen. Dieser grundlegende Nutzen eines Qualitätsmanagements kann durch eine (kontinuierliche) **Messung der Qualität** für alle Produkte, Dienstleistungen und Prozesse im Straßen- und Verkehrswesen erreicht werden, die darüber hinaus Vorteile für die Politik und die Aufgabenträger mit sich bringt.

Der Zusammenhang zwischen der Qualitätsmessung und dem Nutzen eines umfassenden Qualitätsmanagements für die Akteure im Straßen- und Verkehrswesen ist in Abbildung 12 dargestellt.

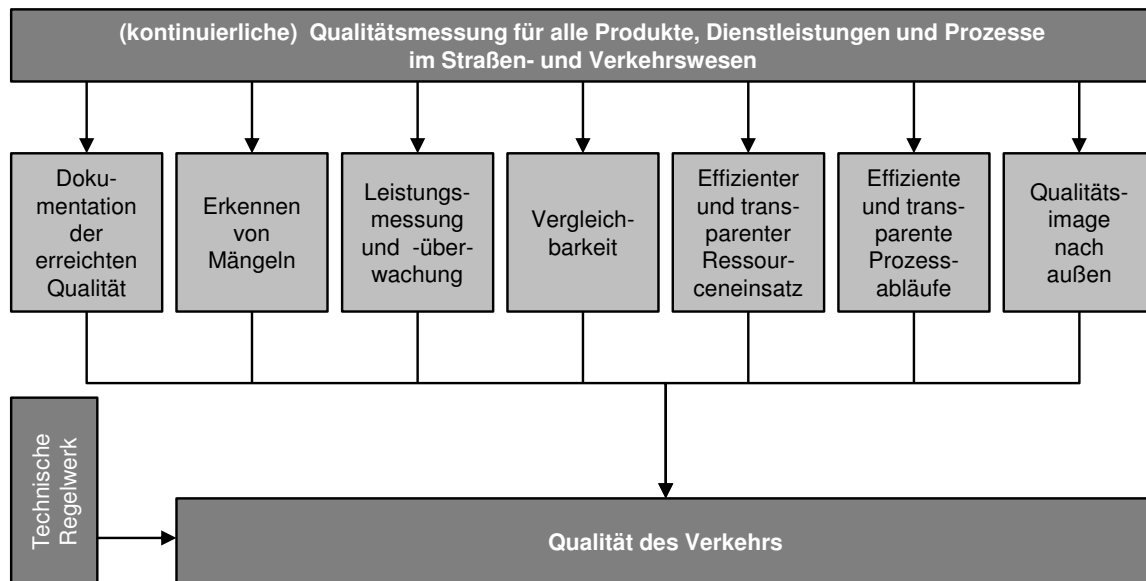


Abbildung 12: Nutzen eines Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen

Der Nutzen eines Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen für die Politik und die Aufgabenträger wird nachfolgend erläutert.

#### *Dokumentation der erreichten Qualität*

Im Rahmen eines umfassenden Qualitätsmanagements kann die Qualität eines Verkehrssystems belegbar gemacht werden (Reporting) (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013). Diese Dokumentation der Qualität bildet eine Grundlage zur **Abwägung** und **Entscheidung von Handlungskonzepten** sowie Maßnahmen, welche das Verkehrssystem betreffen (KOPPEL & KAARE, 2013). Darüber hinaus wird die **Kommunikation** zwischen den fachlich Verantwortlichen, der Politik und der Öffentlichkeit verbessert und somit die **Akzeptanz von Maßnahmen** in der Öffentlichkeit erhöht. Ebenso wird die **Erfüllung der Aufsichtspflicht** von übergeordneten Dienststellen (z. B. der Obersten Straßenverkehrsbehörde) erleichtert. (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013)

#### *Erkennen von Mängeln*

Nach WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT (2013) dient ein umfassendes Qualitätsmanagement zur **frühzeitigen Erkennung** und **Reduzierung von Mängeln** im Straßen- und Verkehrswesen. Dies wird bereits teilweise im Bereich der Verkehrssicherheit erfolgreich umgesetzt. So können im Rahmen von Sicherheitsaudits mittels Checklisten z. B. mangelhafte Beschilderung oder Markierungen erkannt und schließlich beseitigt werden (vgl. FGSV, 2002B). Weitere Beispiele stellen die flächendeckenden Unfallanalysen und örtlichen Unfalluntersuchungen dar, die der Identifikation von Unfallschwerpunkten dienen (vgl. FGSV, 2012B).

#### *Leistungsmessung und -überwachung*

Durch ein umfassendes Qualitätsmanagement wird die Qualität eines Verkehrssystems bzw. die Leistung eines Aufgabenträgers kontinuierlich und systematisch erfasst (**Monitoring**). Dazu sind allgemeingültige Messgrößen und Messverfahren festzulegen. Im Bereich der Verkehrssicherheitsarbeit ist dies bereits geschehen, indem anhand einheitlicher Vorgaben zur Typisierung von Unfällen und Unfallschwerpunkten das Unfallgeschehen erfasst wird. Durch die Qualitäts- bzw. **Leistungsmessung** können schließlich konkret gesetzte Qualitäts- bzw. Leistungsziele überwacht werden und unterstützt somit die Politik bei der Qualitäts- bzw. **Leistungsüberwachung**. (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013)

---

### *Vergleichbarkeit*

Mit Hilfe der zur Qualitätsbeurteilung festgelegten einheitlichen Messgrößen und Messverfahren wird ein **Vergleich der produkt-, dienstleistungs- und prozessbezogenen Qualität** nach allen Qualitätsdimensionen wie Effizienz, Verkehrsqualität (z. B. Stauhäufigkeit, mittlere Reisegeschwindigkeit), Verkehrssicherheit und Umweltbelastung ermöglicht. Dieser einheitliche Rahmen des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen gewährleistet zudem für die Politikebene eine **Vergleichbarkeit der einzelnen Aufgabenträger**. (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013)

### *Effizienter und transparenter Ressourceneinsatz*

Aus dem Blickwinkel der Politik und der Aufgabenträger zeigt sich die Notwendigkeit eines Qualitätsmanagement bspw. in der **Mittelknappheit** der öffentlichen Verwaltungen (BLEES & ROOS, 2004; WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013). Durch die Qualitätsmessung und -überwachung kann der Ressourceneinsatz effizient gestaltet und regelmäßig überprüft werden, was allerdings nicht nur in Zeiten knapper öffentlicher Kassen als eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe angesehen werden muss. Zudem können für die Politik die **Zusammenhänge** zwischen dem Einsatz der von den Aufgabenträgern verwendeten **Finanzmittel** und der **Qualität** transparent dargestellt werden, was zum Teil im Bereich des Straßen- und Verkehrswesens noch nicht geschieht (KOPPEL & KAARE, 2013). Ein effizienter Ressourceneinsatz richtet sich außerdem nach den verkehrlichen Wirkungen von Maßnahmen. Ein umfassendes Qualitätsmanagement unterstützt gemäß WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT (2013) die **Wirkungsanalysen zu umgesetzten Maßnahmen** in Infrastruktur und Betrieb.

### *Effiziente und transparente Prozessabläufe*

Nach BLEES & ROOS (2004) und WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT (2013) dient ein koordiniertes Qualitätsmanagement dazu, die **Qualität von Prozessen** transparent darzulegen (z. B. Bauzeiten, Schnelligkeit der Beseitigung von Stauursachen, Effizienz des Baustellenmanagements). Dadurch können bspw. **Überschneidungen** in den einzelnen Prozessen identifiziert und beseitigt werden. Durch diese bessere **Nachvollziehbarkeit** und Reduzierung von sich überschneidenden Abläufen können **Kosteneinsparungen** ermöglicht werden.

### *Qualitätsimage nach außen*

Qualitätsmanagement kann nach FGSV (2007) auch als **Marketinginstrument** wirken. Der Aufgabenträger kann durch die vom Qualitätsmanagement unterstützte Belegbarkeit der Qualität nach außen seine Bemühung, die Bedürfnisse der Nutzer zufriedenzustellen, darstellen und schafft sich somit ein positives **Qualitätsimage** (NISHIO ET AL., 2006; WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013). Ein weiterer Vorteil eines Qualitätsmanagements ist bspw. bezogen auf die Betreiber im öffentlichen Verkehr in der **Kundenbindung bzw. Nutzerbindung** zu sehen. So sollen Nutzer langfristig und dauerhaft auf das Verkehrsangebot des Unternehmens zurückgreifen. Zudem stehen die Aufgabenträger, insbesondere Städte miteinander, z. B. bei der Standortwahl von Unternehmen, in Konkurrenz. Daher ist es für die Aufgabenträger von Interesse, das Verkehrssystem als **Standortvorteil** auszubauen und den Status sicherzustellen, wobei ein Qualitätsmanagement hilfreich sein kann (JENTSCH, 2009).

## **3.4 Elemente im Straßen- und Verkehrswesen**

Das Qualitätsmanagement setzt sich nach DIN EN ISO 9000:2015-11 aus den in Kapitel 2.2.2 beschriebenen Elementen Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung zusammen, welche auf den Erkenntnissen des vorhergehenden Elements aufbauen. Um die recht abstrakten Elemente des Qualitätsmanagements greifbarer zu machen, werden diese in aussagekräftige Bestandteile untergliedert und inhaltlich erläutert. Diese

Strukturierung wurde basierend auf den Begriffsbezeichnungen gemäß DIN EN ISO 9000:2015-11 und den sechs Schritten des Qualitätsmanagements

- Erhebung des Zustands und der Anforderungen,
- Festlegung von Qualitätszielen,
- Festlegung von Prozessen und Verantwortlichkeiten,
- Bereitstellung von Ressourcen,
- Kontrolle der Prozesse und Leistungen sowie
- Verbesserung

aus FGSV (2007) vorgenommen. In Tabelle 3 sind die vier Qualitätsmanagementelemente aufgeführt, welche anhand ihrer Bestandteile und deren inhaltlicher Beschreibung definiert worden sind.

Tabelle 3: Definition der Qualitätsmanagementelemente (in Anlehnung an DIN EN ISO 9000:2015-11 und FGSV, 2007)

| Element des Qualitätsmanagements | Bestandteile  | Inhalt der Dokumentation  |
|----------------------------------|---|---|
| <b>Qualitätsplanung</b>          | Definition eines <b>Leitbilds</b>                                 | Definition eines Leitbilds als Rahmen für das Qualitätsmanagement   |
|                                  | Formulierung von <b>strategischen Zielen</b>                      | Definition von allgemeinen und qualitativen Zielen sowie Grundsätzen hinsichtlich Sicherheit, Umwelt, Mobilität und Wirtschaftlichkeit zur Erreichung des angestrebten Leitbilds                            |
|                                  | Formulierung von <b>operativen Zielen</b>                         | Definition von spezifischen, messbaren, ausführbaren, realistischen und termingerechten Zielen hinsichtlich Sicherheit, Umwelt, Mobilität und Wirtschaftlichkeit  |
|                                  | Ermittlung von <b>Kundenanforderungen</b>                         | Festlegung der Ermittlungsart, -umfang sowie -turnus der Anforderungen von Kunden (Verkehrsteilnehmer, Verwaltung u./o. politische Gremien) an das Produkt und an die Dienstleistung                        |
|                                  | Festlegung von <b>Qualitätsmerkmalen</b>                          | Formulierung von objektiven Kenngrößen zu Sicherheit, Umwelt, Mobilität und Wirtschaftlichkeit zur Messbarkeit der Qualität   |
|                                  | Definition von <b>Aufgaben und Kompetenzen</b>                    | Festlegung von Aufgaben-/ Kompetenzart und Zuordnung zu einzelnen Personen bzw. Organisationen  |
|                                  | Beschreibung von <b>Prozessen</b>                                 | Beschreibung hinsichtlich Art, Umfang, Turnus, Auslöser, Ergebnis, Beteiligte, Fristen und Dokumentation von spezifischen und wiederkehrenden Abläufen und Verfahren  |
|                                  | Festlegung eines <b>Kommunikations- und Koordinationskonzepts</b> | Festlegung eines Kommunikations- und Koordinationskonzeptes zwischen verschiedenen Personen bzw. Organisationen   |
| <b>Qualitätslenkung</b>          | Bereitstellung von <b>Ressourcen</b>                              | Bereitstellung der notwendigen Ressourcen von Personal, Sachmittel und Finanzmittel zur Erreichung der angestrebten Qualität  |
|                                  | <b>Qualifizierung</b> von Personal                                | Darstellung der qualitätsmanagementorientierten Weiterbildung des Personals in Art, Umfang und Turnus   |
|                                  | Ergreifung von <b>Vorbeugungsmaßnahmen</b>                        | Beschreibung der Maßnahmen zur Vorbeugung eines möglichen Fehlers (Vermeidung von SOLL-IST-Abweichungen) in Art, Umfang und Turnus  |
|                                  | Ergreifung von <b>Überwachungsmaßnahmen</b>                       | Beschreibung der Maßnahmen zur Sicherstellung der Qualität, d. h. Überwachung und Messung festgelegter Qualitätsmerkmale des Produkts und der Dienstleistung (SOLL-IST-Vergleich) in Art, Umfang und Turnus |
|                                  | Ergreifung von <b>Korrekturmaßnahmen</b>                          | Beschreibung der Maßnahmen zur Beseitigung eines erkannten Fehlers (SOLL-IST-Abweichung) in Art, Umfang und Turnus  |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)



(Fortsetzung)

| Element des Qualitätsmanagements | Bestandteile  | Inhalt der Dokumentation   |
|----------------------------------|---|--|
| Qualitätssicherung               | Erstellung einer <b>Dokumentation</b>                     | Nennung der Dokumentationsart, -umfang und -turnus zur Erfüllung der Qualitätsziele (Qualitätsbericht)   |
|                                  | Durchführung von <b>Audits</b>                            | Beschreibung der internen und externen Audits zur Sicherstellung der Umsetzung des Qualitätsmanagements in Art, Umfang und Turnus  |
|                                  | Aufbau eines <b>Ideen- und Beschwerdemanagements</b>      | Nennung von kontinuierlichen Überwachungsmaßnahmen der Kundenwahrnehmung zur Sicherstellung der Erfüllung von Kundenanforderungen in Art, Umfang und Turnus  |
| Qualitätsverbesserung            | Ergreifung von <b>Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung</b> | Beschreibung von Maßnahmen zur Verbesserung der Qualität innerhalb der Prozesse und Tätigkeiten in Art, Umfang und Turnus auf Basis gewonnener Erkenntnisse  |
|                                  | <b>Weiterentwicklung</b> des Qualitätsmanagements         | Beschreibung der Anpassung und Weiterentwicklung des Qualitätsmanagements auf Grundlage gewonnener Erkenntnisse über Verbesserungsmöglichkeiten hinsichtlich Art, Umfang, Turnus und Zuständigkeiten |

### Qualitätsplanung

Im Rahmen der Qualitätsplanung werden neben dem **Leitbild** die grundlegenden **Qualitätsziele und -merkmale** eines Produkts und einer Dienstleistung im Straßen- und Verkehrswesen festgelegt. Darüber hinaus sind Vereinbarungen zu treffen, wie die **Anforderungen der Kunden bzw. Nutzer** eines Verkehrssystems an ein Produkt bzw. eine Dienstleistung zu erfassen sind. Daneben sind die **Prozesse** zur Planung, zur Realisierung, zum Betrieb und zur Umnutzung/zum Rückbau eines Produkts bzw. einer Dienstleistung detailliert zu beschreiben sowie die **dazugehörigen Aufgaben und Kompetenzen von Personen** zu benennen. Zudem ist ein **Kommunikations- und Koordinationskonzept** zwischen den verantwortlichen Personen und Organisationen darzustellen.

### Qualitätslenkung

Aufbauend auf der Qualitätsplanung werden in der Qualitätslenkung alle Maßnahmen zur **Überwachung, Korrektur und Verbesserung** eines Produkts bzw. einer Dienstleistung und der dazu erforderlichen **Ressourcen** (Finanz- und Sachmittel, Personal) dargelegt, die zur Erfüllung der im Rahmen der Qualitätsplanung definierten Qualitätsanforderungen dienen. Die Korrekturmaßnahmen sind dabei in einen kontinuierlichen und laufenden Prozess eingebettet und dienen somit als Online-Verbesserung eines Produkts bzw. einer Dienstleistung. Zudem sind die erforderlichen **Weiterbildungsmaßnahmen des Personals** bezüglich des Qualitätsmanagements festzuhalten.

### Qualitätssicherung

Innerhalb der Qualitätssicherung soll Vertrauen in das Produkt bzw. die Dienstleistung geschaffen werden. Dazu werden die geplanten und ausgeführten Tätigkeiten sowie die erreichten Ergebnisse bzw. Qualitätsziele mittels einer **Dokumentation** (Qualitätsbericht) festgehalten und dem Nutzer eines Verkehrssystems zugänglich gemacht. Zudem wird für den Nutzer Raum geschaffen, seine Anforderungen an das Produkt bzw. die Dienstleistung oder generell an das Verkehrssystem kontinuierlich mittels eines **Ideen- und Beschwerdemanagements** mitzuteilen. Darüber hinaus sind Festlegungen hinsichtlich interner und externer **Audits** vorzunehmen, um die Funktionsfähigkeit des Qualitätsmanagements sicherzustellen.

### Qualitätsverbesserung

Zur stetigen Verbesserung des Qualitätsmanagements für das betrachtete Produkt bzw. die betrachtete Dienstleistung sollen schließlich im Rahmen der Qualitätsverbesserung die Erkenntnisse bzw. Ergebnisse der vorangegangenen Elemente aufgegriffen und ggf. Anpassungen innerhalb der einzelnen Bestandteile durchgeführt werden. Diese **Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung**

---

laufen außerhalb der kontinuierlichen Prozesse als Offline-Verbesserung ab. Darüber hinaus können auch Anpassungen an Qualitätsmanagement selbst auf der Grundlage der Erkenntnisse vorgenommen werden und es kann somit als ein **übergeordnetes Qualitätsmanagement** (Meta-Qualitätsmanagement) ansehen werden.

### 3.5 Prozesse im Straßen- und Verkehrswesen

Das Qualitätsmanagement nach DIN EN ISO 9000:2015-11 zeichnet sich durch einen prozessorientierten Ansatz aus, mit dessen Hilfe innerhalb der Organisation anfallende Prozesse effizient gestaltet und somit die Ergebnisse der Prozesse effizient erreicht werden können. Um eine zufriedenstellende Produkt- und Dienstleistungsqualität in allen Lebensphasen (vgl. Kapitel 2.2.5) zu gewährleisten, sind die einzelnen **Prozesse** zur **Planung**, zur **Realisierung**, zum **Betrieb** und zur **Umnutzung/zum Rückbau** des jeweiligen Produkts bzw. der jeweiligen Dienstleistung zu überwachen. Dabei können die Prozesse gemäß Kapitel 2.2.3 in die Kategorien Haupt- und Hilfsprozesse unterteilt werden.

#### *Hauptprozesse*

Die Hauptprozesse sind abhängig von dem jeweiligen Produkt und der jeweiligen Dienstleistung sowie deren Lebensphase. So werden bspw. im Rahmen des Betriebs von Fahrbahnbefestigungen und Lichtsignalanlagen unterschiedliche Prozesse angewandt. Bei Fahrbahnbefestigungen werden bspw. während des Betriebs straßenbetriebsdienstliche Maßnahmen wie z. B. Straßenreinigung und Winterdienst durchgeführt (vgl. FGSV, 1999A; FGSV, 2010E), wohingegen bei Lichtsignalanlagen bspw. die Parameter der Lichtsignalsteuerung in Abhängigkeit des aktuellen Verkehrszustandes gesetzt werden (vgl. FGSV, 2015B). Doch auch innerhalb der verschiedenen Arten der Fahrbahnbefestigungen treten unterschiedliche Prozesse auf. Als Beispiel können die Prozesse im Rahmen der Realisierung von Fahrbahndecken aus Pflaster und Asphalt genannt werden. Unterschiede liegen u. a. in der Ausführung und in den benötigten Baustoffen (vgl. FGSV, 2006C; FGSV, 2013B).

#### *Hilfsprozesse*

Innerhalb der Hilfsprozesse wird zwischen Unterstützungs- und Führungsprozessen unterschieden. Unterstützungsprozesse sind ebenso wie Hauptprozesse abhängig von dem Produkt bzw. der Dienstleistung sowie der Lebensphase. Im Rahmen des Straßen- und Verkehrswesens kann z. B. die Instandhaltung eines Asphaltfertigers zum Einbau des Asphaltmischguts oder die Wartung eines Signalgebers von Lichtsignalanlagen als ein Unterstützungsprozess angesehen werden. Aber auch das Baustellenmanagement oder die Logistik zur Beschaffung der erforderlichen Materialien zählen zu den Unterstützungsprozessen, an die in Abhängigkeit des Produkts bzw. der Dienstleistung unterschiedliche Anforderungen gestellt werden. Im Gegensatz dazu sind die Führungsprozesse in Organisationen produktunabhängig. So werden innerhalb der Organisation generelle Unternehmens- oder Verwaltungsrichtlinien oder die Weiterbildung des administrativen Personals festgelegt.

### 3.6 Ergebnisse im Straßen- und Verkehrswesen

Das übergeordnete Ziel des Qualitätsmanagements ist es, die Qualität der Ergebnisse von Prozessen zu verbessern und zu sichern, wobei das Ergebnis gemäß DIN EN ISO 9000:2015-11 in die **Ergebniskategorien Dienstleistung, Hardware, Software und verfahrenstechnische Produkte** untergliedert werden kann. Nachfolgend werden die Ergebniskategorien näher erläutert.

JENTSCH (2009) hat die genannten Kategorien auf das Straßen- und Verkehrswesen übertragen. In Anlehnung an diese Strukturierung nach JENTSCH (2009) wurde eine Liste von Ergebnissen im

Straßen- und Verkehrswesen zusammengestellt, welche in Tabelle 4a und Tabelle 4b dargestellt ist. Eine Definition der genannten Ergebnisse ist in der Anlage 3 zu finden.

Tabelle 4a: Ergebnisse im Straßen- und Verkehrswesen. Teil: Hardware

| Ergebniskategorie |          | Ergebnis                                |   |
|-------------------|----------|---|---|
| Produkt           | Hardware | Netzgestaltung                          | Verkehrswegenetz                                |
|                   |          | Straßen/Wege                            | Verkehrsfläche innerorts                        |
|                   |          |   | Verkehrsfläche außerorts                        |
|                   |          |   | Autobahn  |
|                   |          |   | Knotenpunkt                                     |
|                   |          |   | Rastanlage/ Parkraum                            |
|                   |          | Verkehrsbauwerke<br>(Ingenieurbauwerke) | Brücken ( <i>soweit von der FGSV geregelt</i> ) |
|                   |          |   | Stützbauwerke                                   |
|                   |          |   | Tunnel  |
|                   |          |   | Lärmschutzwände                                 |
|                   |          | Befestigung                             | Böschungen/ Wälle                               |
|                   |          |   | Unterbau  |
|                   |          |   | ungebundene Schichten des Oberbaus              |
|                   |          |   | hydraulisch gebundene Tragschichten             |
|                   |          |   | bituminös gebundene Schichten (außer Decke)     |
|                   |          |   | Decken aus Asphalt                              |
|                   |          |   | Decken aus Beton                                |
|                   |          |   | Pflasterdecken                                  |
|                   |          |   | Ländliche Wege                                  |
|                   |          |   | befestigter Seitenraum                          |
|                   |          |   | Aufgrabungen                                    |
|                   |          |   | Brückenbeläge                                   |
|                   |          | Entwässerung                            | Straßenraum (oberirdisch)                       |
|                   |          |   | Ver- und Entsorgung (unterirdisch)              |
|                   |          |   | Sickeranlagen, Rückhaltebecken                  |
|                   |          | Vegetation                              | Rasenflächen                                    |
|                   |          |   | Gehölze   |
|                   |          |   | Bäume   |
|                   |          | Ausstattung                             | Verkehrszeichen und -anlage (Regelung)          |
|                   |          |   | Verkehrszeichen und -anlage (Lenkung)           |
|                   |          |   | Lichtsignalanlage                               |
|                   |          |   | Fahrbahnmarkierung                              |
|                   |          |   | Detektor  |
|                   |          |   | Information/ Werbung                            |
|                   |          |   | Fahrzeug-Rückhaltesysteme                       |
|                   |          |   | Querungshilfe für Tiere                         |
|                   |          |   | Haltestelle                                     |
|                   |          |   | Beleuchtung                                     |

Tabelle 4b: Ergebnisse im Straßen- und Verkehrswesen. Teil: Software und Dienstleistung

| Ergebniskategorie |                | Ergebnis               |                              |
|-------------------|----------------|------------------------|------------------------------|
| Produkt           | Software       | Verkehrskonzept        | Verkehrskonzept              |
|                   |                | Betriebskonzept        | Strategiemanagement          |
|                   |                |                        | Fahrplan                     |
|                   |                |                        | Tarifgestaltung              |
|                   |                | Verkehrsbeeinflussung  | Netzbeeinflussung            |
|                   |                |                        | Streckenbeeinflussung        |
|                   |                |                        | Knotenpunktbeeinflussung     |
|                   |                |                        | Lichtsignalsteuerung         |
|                   |                | Nachfragebeeinflussung | Mobilitätsmanagement         |
|                   |                |                        | Transportmanagement          |
| Dienstleistung    | Dienstleistung | Bauunterstützung       | Vermessung                   |
|                   |                |                        | Leistungsbeschreibung        |
|                   |                | Datenhaltung           | Straßen-Informationen-Banken |
|                   |                | Sicherungsarbeiten     | Absicherung                  |
|                   |                | Verkehrsinformation    | Verkehrsinformation          |
|                   |                | Datenerhebung          | Unfallaufnahme               |
|                   |                |                        | Verkehrserhebung             |
|                   |                | Fahrgastbeförderung    | Fahrgastbeförderung          |
|                   |                | Straßenbetriebsdienst  | Straßenreinigung             |
|                   |                |                        | Winterdienst                 |

### Hardware

Als Hardware im Sinne der Ergebniskategorien nach DIN EN ISO 9000:2015-11 wird gemäß JENTSCH (2009) das **physische Verkehrssystem** betrachtet. Dieses besteht aus unterschiedlichen Systemelementen der Infrastruktur, die im Folgenden als „Infrastrukturelemente“ bezeichnet werden. Während der Verkehrsteilnehmer in erster Linie die sichtbaren **Infrastrukturelemente** (wie z. B. Verkehrsflächen, Lichtsignalanlage) bzw. deren Funktion wahrnimmt, beschäftigt sich der Planer, welcher das Technische Regelwerk anwendet, auch mit nicht sichtbaren Infrastrukturelementen (z. B. Untergrund), deren Qualität sich wiederum auf die sichtbaren Infrastrukturelemente auswirkt.

### Software

In der DIN EN ISO 9000:2015-11 wird unter der Ergebniskategorie Software eine Regelung verstanden, welche die Abläufe im System bestimmt oder beeinflusst. Die **Software im Verkehrssystem** stellt im Gegensatz zur Hardware eine flexible Komponente dar (z. B. Algorithmen zur Verkehrsbeeinflussung und Tarifgestaltung).

### Dienstleistung

Um die Ergebniskategorie Dienstleistung zu definieren, betrachtet JENTSCH (2009) diese aus Sicht des Kunden. Dienstleistungen sind Leistungen, die der Kunde **unmittelbar in Anspruch** nimmt und an die er dementsprechend unmittelbare **Anforderungen** stellt. Im Straßen- und Verkehrswesen treten sowohl Dienstleistungen auf, die der Kunde nicht oder nur indirekt wahrnimmt (z. B. Vermessung), als auch solche, die der Kunde direkt in Anspruch nehmen kann (z. B. Verkehrsinformationen). In Abgrenzung zur Software ist ein weiteres Merkmal der Dienstleistung, dass sie nicht grundlegende Voraussetzung für das Funktionieren eines Verkehrssystems ist (z. B. Verkehrserhebung).

### Verfahrenstechnische Produkte

JENTSCH (2009) betrachtet verfahrenstechnische Produkte nicht, da sie im Verkehrssystem nicht entstünden bzw. vom Kunden nicht wahrgenommen würden. Der Kunde stellt somit **keine direkten qualitätsbezogenen Anforderungen** an diese Ergebniskategorie. Als ein Beispiel kann das Streusalz genannt werden. Der Kunde bzw. der Nutzer des Verkehrssystems stellt keine Anforderungen an das Streusalz selbst sondern an seinen Verwendungszweck, dem Winterdienst. So können Aussagen zu Streusalz oder auch Baustoffen ihrem Verwendungszweck im Winterdienst bzw. dem Bau von Ingenieurbauwerken oder Fahrbahnbefestigungen zugeordnet werden.

## 3.7 Lebensphasen im Straßen- und Verkehrswesen

Der Lebenszyklus eines Produkts bzw. einer Dienstleistung kann in aufeinander folgende Lebensphasen eingeteilt werden, in denen jeweils das Qualitätsmanagement für die Sicherung der Qualität notwendig ist. Die grundlegenden Lebensphasen Planung, Realisierung, Betrieb und Umnutzung/Rückbau nach Kapitel 2.2.5 können auch auf das Straßen- und Verkehrswesen übertragen werden.

Der **Planungsphase** werden die Bedarfs- und Netzplanung sowie die Rahmen- und Detailplanung zugeordnet. Die **Realisierungsphase** untergliedert sich in die Bauvorbereitung und -durchführung. Die **Betriebsphase** umfasst den Betrieb an sich und die Erhaltung. Die **Umnutzungs-/Rückbauphase** wird nicht weiter untergliedert. Diese genannte Unterteilung der Lebensphasen ist in Abbildung 13 dargestellt und wird im Folgenden anhand ausgewählter Prozesse, die diesen Lebensphasen zugeordnet werden können, näher erläutert.

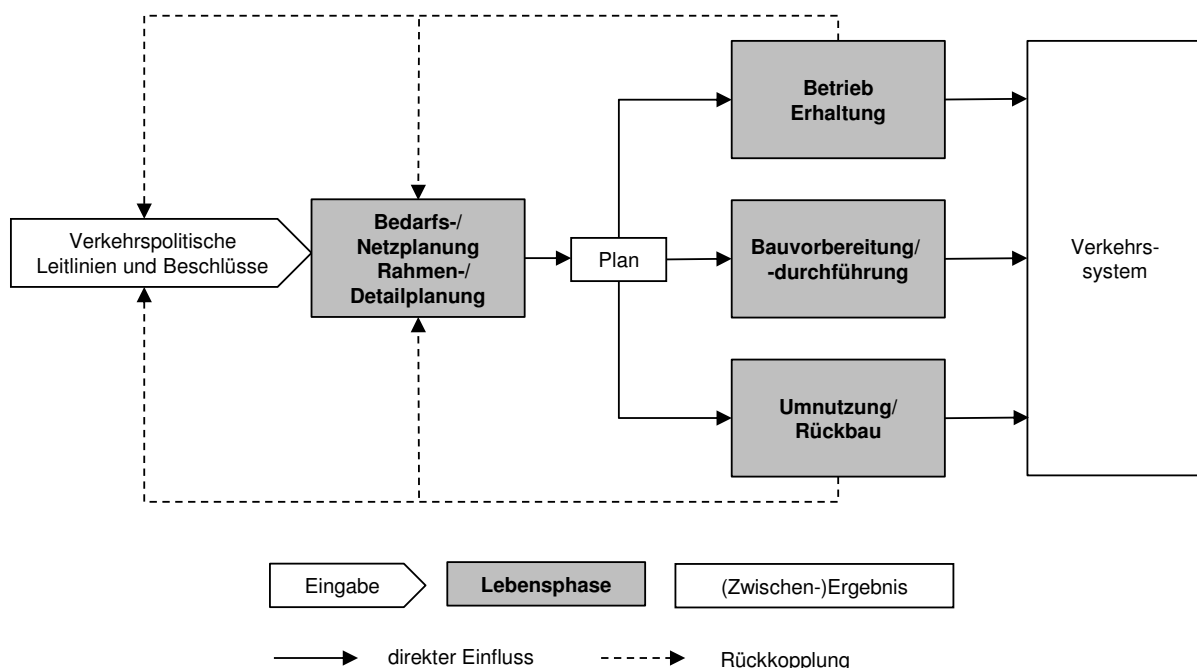


Abbildung 13: Produkte, Dienstleistungen und Lebensphasen des Qualitätsmanagements im Verkehr (in Anlehnung an JENTSCH, 2009)

### Planungsphase

Nach FGSV (2012A) wird unter Planung die „systematische Vorbereitung eines vernunftgemäßen Handelns von Einzelnen oder von Gemeinschaften“ verstanden, „um ein Ziel unter den gegebenen Verhältnissen auf die beste Weise zu erreichen“. Die Planungsphase ist somit auf die zukünftige Entwicklung gerichtet, die in einem Plan festgehalten wird (KÖHLER, 2001).

---

Die Planungsphase kann im Straßen- und Verkehrswesen grundsätzlich in die in Kapitel 2.2.5 beschriebenen Lebensphasen unterteilt werden. Im Rahmen der **Bedarfsplanung** sind zunächst die (Mobilitäts-) Bedürfnisse der Nutzer des Verkehrssystems zu ermitteln und daraus der Bedarf an Verkehrsangeboten abzuleiten, die nach FGSV (2012A) die „von öffentlichen Verkehrssystemen zur Verfügung gestellte Beförderungskapazität“ darstellen. Die von diesen Verkehrsangeboten nutzbare Infrastruktur zu bestimmen, ist schließlich Gegenstand der **Netzplanung**. Die wesentliche Aufgabe der Netzplanung besteht in der Gestaltung des Straßen-, Schienen-, Rad- und Fußwegenetzes (vgl. STRACK & KÖTTER, 1994; FGSV, 2008B), wobei gemäß der Abgrenzung des Straßen- und Verkehrswesens das Schienennetz für den öffentlichen Personennahverkehr zu verstehen ist (vgl. Kapitel 3.2.3).

In der nächsten Ebene, der **Rahmenplanung**, werden nach BLEES (2004) die Festlegung von Planungs- und Entwicklungszielen im Straßen- und Verkehrswesen bestimmt. Merkmale der Rahmenplanung sind, dass diese meist zyklisch wiederholt wird und einen räumlichen und inhaltlich übergreifenden Charakter aufweist. Als Ergebnis einer Rahmenplanung kann z. B. der Bundesverkehrswegeplan oder ein Nahverkehrsplan genannt werden. Darüber hinaus werden Rahmenbedingungen für die nachfolgende Planungsform **Detailplanung** definiert, in der die jeweiligen Produkte und Dienstleistungen hinsichtlich ihrer konkreten Ausführung sowie der dazu erforderlichen Ressourcen geplant werden. Solche Detailplanungen können bspw. die Parkraumplanung für ein Stadtgebiet oder die Lichtsignalsteuerung für einen Knotenpunkt betreffen.

#### *Realisierungsphase*

Die Umsetzung einzelner Planungen ist Gegenstand der Realisierungsphase. Dabei können im Straßen- und Verkehrswesen, wie auch in der Bauwirtschaft, die zwei aufeinander aufbauenden Lebensphasen **Bauvorbereitung** und **Baudurchführung** unterschieden werden. Obwohl die beiden Begriffe meist mit dem konventionellen Hochbau (z. B. Wohn- und Gewerbegebäude) in Verbindung gebracht werden, können diese auch auf den konstruktiven Ingenieurbau sowie den Bau von Straßen und der dazugehörigen Ausstattung bezogen werden. So wird bspw. im Rahmen der Bauvorbereitung die Baustelle für den Neubau einer Straße erschlossen und die Arbeitsstelle gesichert (vgl. FGSV, 1995). Doch auch die Bereitstellung der für die Durchführung des Winterdiensts benötigten Ressourcen (z. B. Streufahrzeuge und Personal) kann der Lebensphase Bauvorbereitung zugeordnet werden (vgl. FGSV, 2010C). Schließlich erfolgt in der Baudurchführung die tatsächliche Realisierung der Planungen. Als Beispiele können zum einen die Verlegung von Pflastersteinen für eine Straße (vgl. z. B. BARK, 2003; FGSV, 2006C) und zum anderen die Inbetriebnahme bzw. Aktivschaltung einer Lichtsignalsteuerung am Knotenpunkt (vgl. FGSV, 2015B) genannt werden.

#### *Betriebsphase*

Der **Betrieb** eines Produkts bzw. einer Dienstleistung grenzt an dessen Realisierungsphase an. Der Übergang zwischen den beiden Lebensphasen ist meist durch die Abnahme und Übergabe des Produkts und der Dienstleistung gekennzeichnet. Durch die Abnahme einer neuen Lichtsignalanlage wird somit die Verantwortung vom Errichter auf den Betreiber übertragen (vgl. FGSV, 2015B). Darüber hinaus sind das jeweilige Produkt bzw. die jeweilige Dienstleistung und deren Funktionen während der Betriebsphase zu kontrollieren, ob die vorgegebenen Anforderungen eingehalten werden. So werden bspw. im Straßen- und Verkehrswesen Sicherheitskontrollen von Verkehrsflächen sowie deren Ausstattung im laufenden Betrieb durchgeführt (vgl. FGSV, 2013A). Maßnahmen, die der **Erhaltung** des Soll-Zustands von Straßenbefestigungen dienen, sind ebenfalls der Betriebsphase bzw. der Erhaltung zuzuordnen (vgl. FGSV, 2001C; KURTH, 2003).

#### *Umnutzungs-/Rückbauphase*

Die Umnutzungs-/Rückbauphase spielt im Straßen- und Verkehrswesen eher eine untergeordnete Rolle, dennoch sollte diese nicht unberücksichtigt bleiben, da einige wesentliche Vorgänge im

---

Verkehrsbereich ihr zugeordnet werden können. So sind bspw. die **Umnutzung** des Seitenstreifens als zusätzlicher Fahrstreifen (vgl. ROHLOFF, 2002) oder die Umnutzung des Straßenraums zugunsten des nicht motorisierten Verkehrs (vgl. FGSV, 2011c) Bestandteile der Umnutzungs-/Rückbauphase. Ebenso können die Verwertung von Straßenausbaustoffen (vgl. FGSV, 2005A) und die Beseitigung bzw. „**Rückbau**“ von Straßenmarkierungen (vgl. FGSV, 2013c) dazu gezählt werden.

### 3.8 Fazit

In diesem Kapitel wurde zu Beginn das Straßen- und Verkehrswesen inhaltlich abgegrenzt, um einen Rahmen für ein umfassendes Qualitätsmanagement zu bilden. Zudem wurden die Akteure im Straßen- und Verkehrswesen beschrieben und schließlich die Begriffe des Qualitätsmanagements nach DIN EN ISO 9000:2015-11 auf das Straßen- und Verkehrswesen übertragen.

Das Straßen- und Verkehrswesen stellt einen komplexen Gegenstand zur Abbildung im Rahmen eines Qualitätsmanagements dar. Mit Hilfe dieses Kapitels wurde daher ein einheitliches Verständnis für die Begriffsbezeichnungen des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen geschaffen. Diese Begriffsbezeichnungen bilden den Rahmen für den Aufbau eines umfassenden Qualitätsmanagements, das alle im Straßen- und Verkehrswesen auftretenden Produkte, Dienstleistungen, Prozesse und Lebensphasen berücksichtigt und somit auch für die nachfolgenden Arbeitsschritte der vorliegenden Arbeit. So werden bspw. die in Kapitel 3.6 identifizierten Produkte und Dienstleistungen zur Analyse des Entwicklungs- und Umsetzungsstands des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen herangezogen. Darüber hinaus bauen die Modularisierung und damit auch die Entwicklung eines Musterleitfadens für das Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen auf den übertragenen Begriffsbezeichnungen auf.

---

## 4 Entwicklungsstand des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen

---

### 4.1 Einführung

Ein umfassendes Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen muss neben den grundlegenden Begriffen auch den aktuellen Entwicklungsstand des Qualitätsmanagements im Verkehrsbereich berücksichtigen. Dazu wurden zum einen das Technische Regelwerk zum Straßen- und Verkehrswesen in Deutschland (insgesamt 250 FGSV-Regelwerke der Kategorie R1 und R2) und zum anderen Forschungs- und Entwicklungsprojekte hinsichtlich Aussagen zum Qualitätsmanagement analysiert. Die grundlegende Methodik zur Analyse des Technischen Regelwerks wurde in BOLTZE ET AL. (2014A) erarbeitet und wird im Folgenden kurz erläutert.

Basierend auf den Begriffsbezeichnungen des Qualitätsmanagements, die auf das Straßen- und Verkehrswesen übertragen worden sind, wurde zur Analyse des Technischen Regelwerks eine zweidimensionale Matrix entwickelt. Die erste Dimension der Matrix bilden die Elemente und Bestandteile des Qualitätsmanagements (vgl. Kapitel 3.4). Die zweite Dimension besteht aus den Ergebnissen (vgl. Kapitel 3.6) und den Lebensphasen (vgl. Kapitel 3.7). Die im Technischen Regelwerk vorhandenen Aussagen zum Qualitätsmanagement wurden schließlich in diese Matrix eingetragen und den entsprechenden Produkten, Dienstleistungen, Lebensphasen, Qualitätsmanagementelementen und auch Verkehrsarten zugeordnet.

Das grundsätzliche Vorhandensein von qualitätsrelevanten Aussagen gibt jedoch noch keine ausreichende Auskunft darüber, inwieweit die jeweilige Aussage zu dem zugeordneten Bestandteil des Qualitätsmanagements in dem jeweiligen Regelwerk bzw. Wissensdokument inhaltlich vollständig ist. Daher wurde der Inhalt der einzelnen Fundstellen in Bezug auf die Ausführlichkeit der getroffenen Aussage anhand einer Farbsystematik bewertet. Anschließend wurden die Bestandteile des Qualitätsmanagements aggregiert betrachtet und über einen Abgleich mit den für eine vollständige Umsetzung des Qualitätsmanagements zu erwartenden Regelungen zu den Bestandteilen wurde untersucht, inwieweit diese im Einzelnen bereits angeführt werden.

Auf der Grundlage der Auswertung des Technischen Regelwerks wird in dieser Arbeit schließlich der Stand der Umsetzung des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen zusammenfassend betrachtet.

Neben dem Entwicklungsstand des Qualitätsmanagements in Deutschland wird zudem der Stand im Ausland dargestellt, wobei im Straßen- und Verkehrswesen vornehmlich Anwendungen des Performance Measurement zu finden sind. Dazu werden die Ansätze des Performance Measurements ausgewählter Länder vorgestellt. Im Einzelnen werden das Grundkonzept, die verwendeten Performance-Kenngrößen und die Veröffentlichung der Ergebnisse der Performance Measurement-Ansätze in Australien, Japan sowie in den Vereinigten Staaten von Amerika beschrieben. Daneben wird zusätzlich der Stand des Qualitätsmanagements in der Schweiz aufgegriffen, da zurzeit innerhalb des Schweizerischen Verbands der Straßen- und Verkehrsfachleute die Einführung eines Qualitätssicherungssystems mit Zertifizierung geplant ist.

Darüber hinaus sollen im weiteren Verlauf dieser Arbeit einzelne Schritte zur Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements am Beispiel der Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung durchgeführt werden. Um dafür eine Grundlage zu schaffen, wird im Rahmen dieses Kapitels auf der Basis der Auswertung nach BOLTZE ET AL. (2014A) auch der Stand des Qualitätsmanagements für die Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung im In- und Ausland dargestellt.



---

## 4.2 Entwicklungsstand in Deutschland

### 4.2.1 Technisches Regelwerk

Das deutsche Technische Regelwerk für das Straßen- und Verkehrswesen ist inhaltlich sehr umfassend und hat im internationalen Vergleich einen sehr hohen Entwicklungsstand. Dies ist u. a. auf die in Deutschland gewählte institutionelle Verankerung der Erstellung von zahlreichen Teilen des Technischen Regelwerks in der FGSV zurückzuführen. Ebenso leisten die unter Experten aller Disziplinen und Herkunft verbreitete Beteiligungskultur sowie die gezielte Unterstützung durch das für den Verkehr jeweils zuständige Bundesministerium (u. a. durch Forschungsmittel) einen wesentlichen Beitrag hierzu.

Um den Stand des Qualitätsmanagements im Technischen Regelwerk darstellen zu können, wurde das Technische Regelwerk hinsichtlich qualitätsrelevanter Aussagen untersucht (vgl. Kapitel 4.1). Die in BOLTZE ET AL. (2014A) durchgeführte Auswertung des Umsetzungsstands des Qualitätsmanagements im Technischen Regelwerk der FGSV ist systematisch in Abbildung 14 dargestellt. Gemäß der Bewertungssystematik sind zunächst die Inhalte der einzelnen Aussagen in Bezug auf die Ausführlichkeit beurteilt worden.

Wie die Analyse des Technischen Regelwerks zeigt, beinhaltet dieses bereits zahlreiche qualitätsrelevante Aussagen. Jedoch fällt auf, dass insbesondere regelwerksübergreifend häufig inhaltliche Dopplungen auftreten. In der Folge lassen sich trotz der bereits hohen Zahl an vorhandenen Aussagen zum Qualitätsmanagement noch systematische Lücken aufzeigen. Während ein Leitbild und Ziele in aller Regel definiert werden, fehlen im Rahmen der Qualitätsplanung bisweilen die Ermittlung von Kundenanforderungen sowie Kommunikations- und Koordinationskonzepte. Bisher wird diesen Qualitätsmanagementbestandteilen nur in den Lebensphasen Rahmen- und Detailplanung, Bauvorbereitung und -durchführung sowie im Betrieb ausreichende Bedeutung beigemessen. Besonders auffällig ist, dass dieser Qualitätsmanagementbestandteil in der Bedarfs- und Netzplanung nicht umfassend behandelt wird, obwohl anzunehmen wäre, dass gerade in dieser Planungsphase Kundenanforderungen Einzug finden (vgl. Abbildung 14). Die Festlegung von Qualitätsmerkmalen und die Beschreibung der Prozessabläufe erfolgt dagegen sowohl verkehrsart- als auch lebensphasenübergreifend weitgehend vollständig. Im Rahmen der Qualitätslenkung fehlen fast überall Aussagen zur Bereitstellung von Ressourcen und der Qualifikation von Personal. Auf die erforderliche Bereitstellung der finanziellen Ressourcen wird so gut wie gar nicht hingewiesen. Überwachungs- und Korrekturmaßnahmen sind dagegen in aller Regel umfassend beschrieben. Insbesondere in der Lebensphase der Bauvorbereitung und -durchführung stehen für die Produkte der baulichen Infrastruktur oft entsprechend fokussierte Regelwerke zur Verfügung. Seltener wird konkret auf vorbeugende Maßnahmen eingegangen.

| Inhalt der Qualitätsmanagement-Bestandteile                  | Lebensphase              |                           |                                   |         |           |                     | Verkehrsart      |            |                                 |                              | Kombinationen |
|--|--------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------|-----------|---------------------|------------------|------------|---------------------------------|------------------------------|---------------|
|  | Bedarfs- und Netzplanung | Rahmen- und Detailplanung | Bauvorbereitung und -durchführung | Betrieb | Erhaltung | Umnutzung / Rückbau | Fußgängerverkehr | Radverkehr | motorisierter Individualverkehr | öffentlicher Personenverkehr | ...           |
| Definition eines Leitbilds                                   |                          |                           |                                   |         |           |                     |                  |            |                                 |                              |               |
| Formulierung von strategischen Zielen zur Sicherheit         |                          |                           |                                   |         |           |                     |                  |            |                                 |                              |               |
| Formulierung von strategischen Zielen zur Umwelt             |                          |                           |                                   |         |           |                     |                  |            |                                 |                              |               |
| Formulierung von strategischen Zielen zur Mobilität          |                          |                           |                                   |         |           |                     |                  |            |                                 |                              |               |
| Formulierung von strategischen Zielen zur Wirtschaftlichkeit |                          |                           |                                   |         |           |                     |                  |            |                                 |                              |               |
| Verfahren zur Ermittlung von Kundenanforderungen             |                          |                           |                                   |         |           |                     |                  |            |                                 |                              |               |
| Umfang der Ermittlung von Kundenanforderungen                |                          |                           |                                   |         |           |                     |                  |            |                                 |                              |               |
| Turnus der Ermittlung von Kundenanforderungen                |                          |                           |                                   |         |           |                     |                  |            |                                 |                              |               |
| Formulierung von operativen Zielen zur Sicherheit            |                          |                           |                                   |         |           |                     |                  |            |                                 |                              |               |
| Formulierung von operativen Zielen zur Umwelt                |                          |                           |                                   |         |           |                     |                  |            |                                 |                              |               |
| ...  |                          |                           |                                   |         |           |                     |                  |            |                                 |                              |               |
| ...  |                          |                           |                                   |         |           |                     |                  |            |                                 |                              |               |

**Legende:**

- Im Technischen Regelwerk konnten ausführliche und konkrete Aussagen gefunden werden.
- Im Technischen Regelwerk wurden Aussagen gefunden, die aber nicht vollständig erscheinen.
- Im Technischen Regelwerk konnten keine direkten Aussagen gefunden werden.

Abbildung 14: Auswertung zum Umsetzungsstand des Qualitätsmanagements im Technischen Regelwerk (Quelle: BOLTZE ET AL., 2014A)

Die Dokumentation im Rahmen der Qualitätssicherung ist umfassend behandelt. Entsprechende Aussagen finden sich häufig in Kombination mit den Regelungen zur Überwachung der Qualität. Auch die Durchführung von Audits wird in den meisten Lebensphasen angesprochen. Für die Lebensphase der Rahmen- und Detailplanung wird der Durchführung von Audits sogar ein eigenes Regelwerk gewidmet, das alle Verkehrsarten behandelt. Der Aufbau eines Ideen- und Beschwerdemanagements fehlt dagegen fast überall. Lediglich in der Betriebsphase werden entsprechende Aspekte im Einzelfall erwähnt.

Während die verschiedenen Qualitätsmanagementbestandteile der Qualitätsplanung, Qualitätslenkung und Qualitätssicherung bereits in zahlreichen Regelwerken behandelt werden, fällt auf, dass dies für die Qualitätsverbesserung noch nicht abgedeckt ist und nicht thematisiert wird. Vor dem Hintergrund, dass die Sammlung von Erfahrungen mit der Anwendung eines

---

Regelwerks und die Bereitstellung der entsprechenden Hinweise für ein mit der Überarbeitung eines Regelwerks betrauten Gremiums innerhalb der FGSV bisher nicht systematisiert ist, überrascht diese Erkenntnis nicht.

Darüber hinaus werden auch die Qualitätsmanagementelemente produkt- und dienstleistungsübergreifend für die Lebensphasen Rahmen- und Detailplanung, Bauvorbereitung und -durchführung sowie Betrieb nahezu vollständig im Technischen Regelwerk eingesetzt. Dies belegt, dass die Bedeutung von Qualität in den verschiedenen Arbeitsgruppen der FGSV erkannt worden ist. (BOLTZE ET AL., 2014A)

#### 4.2.2 Praxis

Ansätze des Qualitätsmanagements finden neben dem Technischen Regelwerk auch in der Praxis zunehmend Einzug in das Straßen- und Verkehrswesen. Dennoch kann festgehalten werden, dass die Ansätze in Deutschland in den einzelnen Bereichen eher isoliert entwickelt worden sind. Nachfolgend werden ausgewählte Qualitätsmanagementansätze, welche bereits einen übergeordneten Charakter (produkt- sowie dienstleistungsübergreifend und/oder lebensphasenübergreifend) für einen Teilbereich des Straßen- und Verkehrswesens aufweisen, näher erläutert.

##### *Verkehrssicherheit*

Der Bereich der Verkehrssicherheitsarbeit kann als ein positives Beispiel hervorgehoben werden. Qualitätsmanagement in Bezug auf Verkehrssicherheit weist aufgrund der eindeutig festgelegten Ziele und Messgrößen, wie z. B. zur Unfallreduzierung, sowie der einheitlichen Typisierung und Dokumentation von Unfällen einen hohen Entwicklungsstand auf (z. B. SCHÄFER, 2005; BÖHM & SPAHN, 2008; SCHNIEDER & DREWES, 2008; KÖRNER ET AL., 2009; BAIER ET AL., 2013).

Um die Verkehrssicherheitsaspekte auch bereits in der Planung und beim Entwurf von Straßen zu berücksichtigen, wird in der **Richtlinie 2008/96/EG** die Umsetzung von Verfahren für ein Sicherheitsmanagement der Straßeninfrastruktur durch die Mitgliedstaaten vorgeschrieben. Diese betreffen zum einen die Bewertung des Sicherheitseffekts sowie das Sicherheitsaudit von Infrastrukturprojekten und zum anderen die Klassifizierung der Sicherheit, das Management und die Sicherheitsüberprüfungen im bestehenden Straßennetz. Zwar waren die Verfahren in Deutschland im Straßen- und Verkehrswesen bereits etabliert, dennoch sollte die Richtlinie 2008/96/EG eine flächendeckende Anwendung der Verfahren unterstützen (WEBER, 2009).

Im Laufe der Jahre wurden die Verfahren zur Sicherheitsbewertung stets weiterentwickelt. So entstanden u. a. **standardisierte Verfahren zur Bewertung von Korrekturmaßnahmen** bei Unfallhäufungen auf Außerortsstraßen, mit deren Hilfe wirtschaftliche Maßnahmen zielgenau und verfügbare Ressourcen effektiv eingesetzt werden können (z. B. DOHMEN ET AL., 2011; JÄHRIG, 2012; SPAHN, 2012). Auf diese Weise ermöglicht bspw. das Verfahren nach DOHMEN ET AL. (2011) mit geringem Aufwand eine sicherheitsbezogene Wirkungsabschätzung von Ortsumgehungen unter Verwendung standardisierter Kenngrößen (z. B. Unfallkostenrate).

Darüber hinaus sind in zahlreichen Städten sogenannte **Unfallkommissionen** im Einsatz, deren vorrangiges Ziel die Reduzierung von Unfallschwerpunkten ist. Somit trägt die Arbeit der Kommissionen einen wesentlichen Teil zur Verbesserung der Verkehrssicherheit bei (z. B. MÜLLER, 2001; DEGENER ET AL., 2008). Weitere Instrumente zur Vorbeugung und Reduzierung von Unfällen stellen die **Verkehrsschau**, das **Sicherheitsaudit** und die **Verkehrssicherheitsinspektion** dar (z. B. GERLACH, 2004; BAIER, 2007; BÖSL & SPAHN, 2010; PFEIFFER ET AL., 2010). Zudem wurde das sogenannte **Verkehrssicherheitsscreening** zur flächendeckenden Ermittlung von

---

unfallauffälligen Streckenabschnitten entwickelt. Dieses berücksichtigt alle sicherheitsrelevanten Informationen wie bspw. Unfalldaten, Fahrzeuggeschwindigkeiten sowie Straßenzustand und erstellt sogenannte Verkehrssicherheitssteckbriefe für unfallauffällige Streckenabschnitte. (KATHMANN ET AL., 2014) Des Weiteren werden Anforderungen an die Auditoren und Vorgaben zu deren Aus- und Weiterbildung beschrieben (z. B. GERLACH ET AL., 2006; BARK ET AL., 2010).

Trotz des hohen Entwicklungsstands des Qualitätsmanagements im Bereich der Verkehrssicherheitsarbeit besteht dennoch weiterer Forschungsbedarf. So ist das deutsche Straßenrecht noch nicht auf „**Fehler verzeihende Straßen**“ ausgerichtet, die von den Vereinten Nationen gefordert werden, und verhindert so nach Auffassung einiger Experten bisher systematische Sicherheitsanalysen (VOLLPRACHT, 2013). Des Weiteren sollten die bisherigen qualitätsmanagementbezogenen Bestrebungen im Bereich der Verkehrssicherheit im nächsten Schritt in ein integriertes Gesamtkonzept eingebunden werden (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2010; VOLLPRACHT, 2013).

### *Wirtschaftsverkehr*

Im Bereich des Wirtschaftsverkehrs ist das im Zuge des Qualitätsmanagements zu betrachtende Ergebnis die Verkehrsdienstleistung, welche ein durch Verkehrsmittel produziertes und am Verkehrsmarkt gehandeltes Gut darstellt (angelehnt an VOIGHT, 1973). Die Qualität dieses Gutes hängt von den Erwartungen bzw. Anforderungen der Kunden ab (BOLDT, 2009; STÖLZLE, 2010; WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013). Die Kunden dieser Verkehrsdienstleistung stellen neben der verladenen Wirtschaft ebenfalls die Logistikdienstleister und Spediteure dar (BOLDT, 2009), die im Weiteren als Versender bezeichnet werden. Die Versender werden wiederum von ihren Kunden, den sogenannten Empfängern, mit der Durchführung logistischer Dienstleistungen, wie bspw. der Lieferung eines bestimmten Gutes, beauftragt (IHDE, 2001).

Die Entscheidung, mit welchem Verkehrsträger bzw. Verkehrsmittel und somit durch welchen Transporteur die Verkehrsdienstleistung durchgeführt werden soll, treffen die Versender in Abhängigkeit des Erfüllungsgrads ihrer qualitätsbezogenen Anforderungen seitens der Transporteure (BOLDT, 2009; STÖLZLE, 2010). Dazu zählen insbesondere **Qualitätsmerkmale** wie bspw. Massenleistungsfähigkeit (Transport von großen Mengen zu geringen Kosten), Transportkosten, Zuverlässigkeit, Netzbildungsfähigkeit (Fähigkeit zur Bildung flächendeckender Transporte), Pünktlichkeit und Sicherheit (Unfallhäufigkeit) (VOIGT, 1973; IHDE, 2001; STÖLZLE, 2010; GABLER, 2015). Daneben spielen auch die zeitliche und räumliche Lage eines Transportes für die Qualität eine wesentliche Rolle (BOLDT, 2009; STÖLZLE, 2010). Um eine qualitativ hochwertige Verkehrsdienstleistung ihrerseits zu gewährleisten, stellen die Transporteure Anforderungen an die Verkehrsinfrastruktur, die von den Infrastrukturbetreibern bereitgestellt wird (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013). Somit betreffen die Qualitätsanforderungen im Wirtschaftsverkehr nicht nur die durchzuführende Verkehrsdienstleistung sondern auch das Verkehrssystem, welches von den Transporteuren für die Verkehrsdienstleistung genutzt wird. Zur Bewertung der Qualität von Verkehrsdienstleistungen wurden in ENGELKE (1997) Qualitätsmerkmale herausgearbeitet, die in die Qualitätsdimensionen Potenzial, Prozess und Ergebnis untergliedert werden können. Diese wurden schließlich von STÖLZLE (2010) am Beispiel des Straßengüterverkehrs konkretisiert.

Zur Messung der Qualität von Dienstleistungen generell existieren bereits einige Ansätze, wobei zwischen **kundenorientierten und unternehmensorientierten Messansätzen** unterschieden werden kann (ENGELKE, 1997; STÖLZLE, 2010; MEFFERT & BRUHN, 2012; BRUHN, 2013). Diese Messansätze wurden allerdings noch nicht auf den Verkehrsbereich übertragen. Da jedoch im Wirtschaftsverkehr die Anforderungen der Versender als Kunden für die Qualität maßgebend sind, ist zu erwarten, dass die kundenorientierten Ansätze für die Qualitätsmessung von Bedeutung sind (STÖLZLE, 2010). Erste Ansätze zur Übertragung der kundenorientierten Qualitätsmessung auf logistische Dienstleistungen sind in ENGELKE (1997) zu finden. Dort wurden die **Sequentielle**

---

**Ereignismethode**<sup>10</sup> und **SERVQUAL**<sup>11</sup>-Methode als besonders geeignete Methoden zur Qualitätsmessung für logistische Dienstleistungen identifiziert. Für die Formulierung von Qualitätsstandards werden das **Quality Function Deployment**<sup>12</sup> und für prozessorientierte Qualitätskontrolle die **statistische Prozessregelung** empfohlen. Darüber hinaus entwickelte PFOHL ET AL. (2006) die **CargoScoreCard**, mit deren Hilfe Verkehrsverlagerungspotentiale von der Straße auf die Schiene ermittelt werden können. Dabei werden neben finanziellen auch technologische (z. B. Lieferzeit), soziale (z. B. Mitarbeiterzufriedenheit) und ökologische (z. B. CO<sub>2</sub>-Emissionen) Kriterien berücksichtigt.

Darüber hinaus wurden Maßnahmen formuliert, die der Verbesserung des städtischen Wirtschaftsverkehrs hinsichtlich effizienter Frachtprozesse dienen. Dabei lagen bspw. die Schwerpunkte zum einen auf der Bündelung von Verkehren mittels **Güterverkehrszentren** und zum anderen auf dem Einsatz neuer **Fahrzeugtechnologien** (z. B. MUÑUZURI ET AL., 2005; ALLEN ET AL., 2007; DABLANC, 2011; DABLANC ET AL., 2014). Aber auch kleinteilige verkehrsplanerische Maßnahmen finden Berücksichtigung. So werden bspw. in BRÜCKNER & MAUSA (2013) Empfehlungen hinsichtlich der **Beschilderung** und der **Markierung von Ladebereichen** gegen die Fehlnutzung von anderen Verkehrsteilnehmern gegeben.

Des Weiteren sind im Wirtschaftsverkehr auch bereits übergeordnete Qualitätsmanagementansätze zu finden. So wurde von NIPPEL (1995) ein Qualitätsmanagement in der Logistik konzipiert, das sich an der Struktur des Total Quality Management Konzepts orientiert. Zudem wurde von BOLDT (2009) ein Gestaltungsansatz für ein **unternehmensübergreifendes Qualitätsmanagement für korridorbezogene kombinierte Güterverkehre** konzeptionell entwickelt. Dieser Ansatz berücksichtigt die mit der Leistungserstellung beauftragten und dabei in Netzwerken kooperierenden Akteure und ermöglicht so eine langfristige Erhöhung der Leistungsqualität im kombinierten Güterverkehr Schiene/Straße.

Einen Schritt weiter gingen PFOHL & RÖTH (2009), indem sie ein **integriertes Qualitätsmanagement für einen institutions- und akteursübergreifenden städtischen Wirtschaftsverkehr** als Teilsystem des Stadtverkehrs konzipierten (auch veröffentlicht in SCHNEIDER, 2008 und PFOHL & RÖTH, 2011). Dieser zur Qualitätssicherung bzw. -messung von wirtschaftsverkehrsbezogenen Maßnahmen entwickelte Ansatz basiert zum einen auf dem CAF<sup>13</sup>-Modell und zum anderen auf dem St. Galler Modell Integrierten Qualitätsmanagement (vgl. SEGHEZZI ET AL., 2013). Das CAF-Modell, welches von der Europäischen Union initiiert wurde, basiert auf dem EFQM-Modell (vgl. Kapitel 2.4.3) und stellt eine Schnittstelle zu einem prozessorientierten Qualitätsmanagement in der öffentlichen Verwaltung dar. Mittels des St. Galler Modells werden Akteure des städtischen Wirtschaftsverkehrs sowie die weiteren Umwelteinflüsse in das Modell integriert. Das von PFOHL & RÖTH (2009) entwickelte Modell ist in Abbildung 15 dargestellt.

---

<sup>10</sup> Im Rahmen der Sequentiellen Ereignismethode werden Kunden nach dem wahrgenommenen Ablauf eines Leistungsprozesses, dem Qualitätsempfinden und positiven bzw. negativen Beurteilungen befragt (ENGELKE, 1997).

<sup>11</sup> SERVQUAL ist eine Begriffskombination aus „Service“ und „Quality“. Im Rahmen von SERVQUAL erfolgt eine Messung von Erwartungen und Wahrnehmungen anhand von Fragebögen (ENGELKE, 1997).

<sup>12</sup> Das Quality Function Deployment dient der Bewertung der Prozesse für die Erfüllung der Kundenanforderungen. Dazu werden die Kundenanforderungen gewichtet und die Prozesse konkretisiert (ENGELKE, 1997).

<sup>13</sup> CAF = Common Assessment Framework (verstanden als Gemeinsames Europäisches Qualitätsschema).

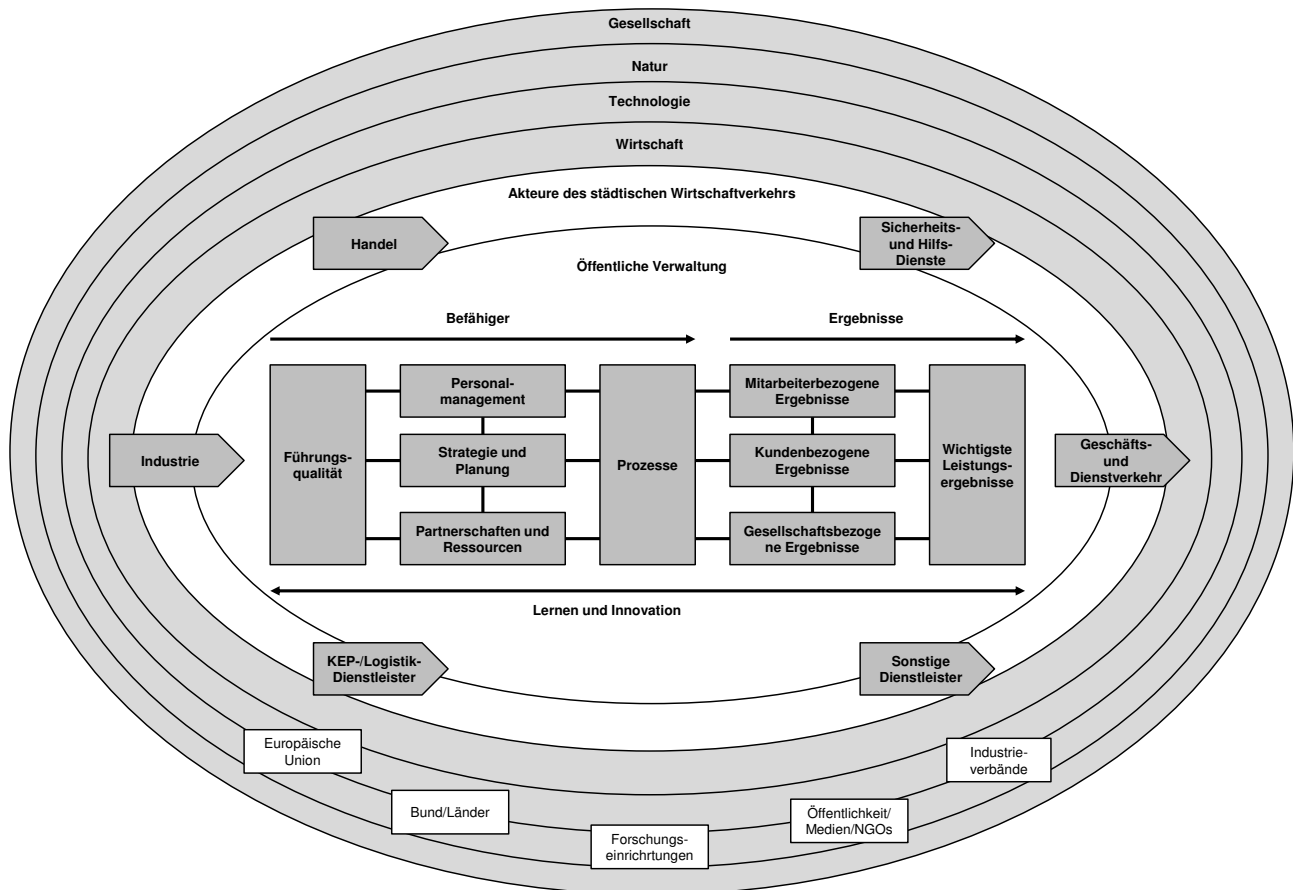


Abbildung 15: Modell des integrierten Qualitätsmanagements für den städtischen Wirtschaftsverkehr (Quelle: PFOHL & RÖTH, 2011)

In dem von PFOHL & RÖTH (2009) entwickelten Modell bilden die neun Hauptkriterien des CAF-Modells (bzw. EFQM-Modell) die innere Struktur der öffentlichen Verwaltung ab, die in die Umwelteinflüsse eingebettet und mit den einzelnen Akteuren des Wirtschaftsverkehrs verbunden sind.

Im Bereich des Wirtschaftsverkehrs ist das Konzept des Qualitätsmanagements weit fortgeschritten. So sind bereits übergeordnete Ansätze zu finden, welche in einem umfassenden Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen zu berücksichtigen und zu integrieren sind.

### *Erhaltungsmanagement*

Das Erhaltungsmanagement ist ein wichtiger Bestandteil der systematischen Straßenerhaltung und weist Parallelen zum Qualitätsmanagement auf. Grundstein für das Konzept legte SCHMUCK (1987) und beschreibt das Management der Straßenerhaltung als „eine spezielle Planungsaufgabe, bei der die Entscheidungen über Erhaltungsmaßnahmen ebenso wie die Vorbereitung zur Realisierung und die Realisierung selbst systematisch und nach zweckrationalen Maßstäben vorzubereiten sind“. Dabei lassen sich die Aufgaben des Managements in dem Management-Kreis, wie in Abbildung 16 dargestellt, abbilden (SCHMUCK, 1987; EMDE ET AL., 1991; DEGELMANN, 2011; MAERSCHALK ET AL., 2013).

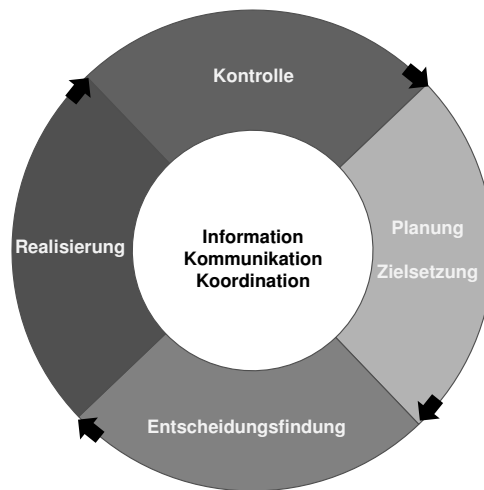


Abbildung 16: Management-Kreis (MAERSCHALK ET AL., 2013)

Das Leitbild der Straßenerhaltung ist nach SCHMUCK (1987) die „Erhaltung eines optimalen Straßenzustandes, d. h. eines Zustandes, der dem potenziellen Nutzer einen höchstmöglichen Gebrauchswert bei gleichzeitig minimalen gesamtwirtschaftlichen Kosten und höchstmöglicher Umweltverträglichkeit gewährleistet.“ Der Gebrauchswert wird dabei durch die Funktionen Leistungsfähigkeit (Befahrbarkeit), Sicherheit und Substanzerhalt gekennzeichnet. Diese Funktionen können zusammen mit der Umweltverträglichkeit (Wirkungen auf Dritte) als Zielkriterien für die Erhaltung definiert werden. (SCHMUCK, 1987; RETHAGE & BALLMANN, 2010; MAERSCHALK ET AL., 2013) Gemäß GROßMANN ET AL. (2008) ist die Umweltverträglichkeit insbesondere für Betrachtungen des innerörtlichen Bereichs von Bedeutung, wobei dennoch allgemeingültige Kriterien schwierig zu formulieren sind. Betrachtungsgegenstand des Managements sind nicht nur die Verkehrsflächen sondern auch die Ingenieurbauwerke, die Nebenflächen und die sonstigen Anlagenteile von Straßen, wie z. B. die Bepflanzung (KRETZ, 2014; MAERSCHALK, 2015).

Ein Ansatz für ein systematisches Erhaltungsmanagement ist das rechnergestützte **Pavement Management System** (PMS), welches in den 1990er Jahren entwickelt wurde. Dieses Managementsystem dient der **baulichen Erhaltung des Straßenoberbaus** von Bundesautobahnen und Bundesstraßen, indem die Entwicklung des Straßenzustands und damit der erforderliche materielle und monetäre Erhaltungsbedarf über einen gewissen Prognosezeitraum ermittelt werden. Das Pavement Management System verbindet dabei die wesentlichen Komponenten (Module) einer systematischen Erhaltungsplanung (z. B. Modul Prognose der Zustandsänderung und Modul Erhaltungsprogramm/Erhaltungsbedarf). Aufgrund seines modularen Aufbaus können bei Bedarf die einzelnen Komponenten individuell ausgetauscht werden. (BAST, 2008; BERGMANN-SYREN, 2009; KRAUSE & MAERSCHALK, 2010; HELLER, 2012; MAERSCHALK ET AL., 2013; STÖCKNER ET AL., 2013; SCHRÖDER, 2014; MAERSCHALK, 2015) So ist bspw. von RÜBENSAM ET AL. (2010) ein technisch-wirtschaftliches Kostenminimierungsmodul für das Erhaltungsmanagement entwickelt worden, welches eine monetäre Bewertung des Substanzpotenzials von Fahrbahnen ermöglicht. Das Pavement Management System kann jedoch nicht ohne weiteres auf innerörtliche Straßen übertragen werden (BEST, 2004; MAERSCHALK ET AL., 2013). Gründe hierfür sind zum einen in der erforderlichen Berücksichtigung der Rad- und Gehwege sowie Flächen des ruhenden Verkehrs und zum anderen in der an kommunalen Straßen ausgerichteten Zustandserfassung und -bewertung zu sehen. Einen möglichen Ansatz für ein systematisches Erhaltungsmanagement für innerörtliche Straßen liefert MAERSCHALK ET AL. (2013). Die Grundstruktur des sogenannten **Erhaltungs-Management-System-Kommunal** stellt das Pavement Management System dar und wird auf insgesamt 17 Module erweitert. Analog existieren Systeme für die Erhaltung von Bauwerken, sogenannte **Bauwerks-Management-Systeme** (BMS) (STÖCKNER ET AL., 2013; MAERSCHALK, 2015).

---

Die Grundlage für die Durchführung eines ganzheitlichen Erhaltungsmanagements bildet ein umfangreiches **Dateninformationssystem**, welches alle benötigten Daten zum Straßennetz zusammenträgt. Neben Geometriedaten, wie z. B. Lage- und Höhenplan, und Funktionsdaten, wie z. B. Straßenkategorie und Verkehrsdaten, gehen dabei u. a. Daten bezüglich des Straßenzustands ein. Diese sogenannten Zustandsmerkmale (z. B. Griffigkeit, Netz-, Quer- und Längsrisse) werden im Rahmen der Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) erhoben und schließlich in Abhängigkeit der Straßenkategorie hinsichtlich des Leitbilds beurteilt. (SCHMUCK, 1987; BAST, 2008; STRAUBE & KRASS, 2009; BECKEDAHL, 2010; HESS, 2010; KRETZ, 2014; KÜBLER, 2014; SCHRÖDER, 2014; MAERSCHALK, 2015) Bedingt durch die regelmäßigen Erfassungen im Vier-Jahres-Intervall unterliegt die Zustandserfassung und -bewertung einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KRETZ, 2014).

Neben der baulichen Erhaltung, welche die Instandhaltung, die Instandsetzung sowie die Erneuerung beinhaltet, gehört auch die **betriebliche Erhaltung** zum Erhaltungsmanagement. Im Rahmen der betrieblichen Erhaltung wird mittels Streckenkontrolle und Wartung des Straßenzustands kontrolliert und gepflegt. (SCHMUCK, 1987; DURTH ET AL., 2001; HESS, 2008; STRAUBE & KRASS, 2009; BECKEDAHL, 2010; MAERSCHALK ET AL., 2013; MAERSCHALK, 2015) Die betriebliche Erhaltung hat in Deutschland einen hohen Standard erreicht, der auch trotz steigenden Anforderungen hinsichtlich der Verkehrssicherheit und der Leistungsfähigkeit bedingt durch die zunehmende Motorisierung erhalten bleiben soll. Damit gehen aber steigende Anforderungen an die betriebliche Erhaltung und damit an dessen zugeordneten Gewerken (Winterdienst, Reinigung, Grünpflege etc.) einher. Um diese Anforderungen effektiv und effizient zu erfüllen, wurden vom Bund in einem Leistungsheft für die betriebliche Erhaltung Qualitätsvorgaben für die Länder aufgestellt. (DURTH ET AL., 2001; BECKERS ET AL., 2004; BMVBW, 2004; HESS, 2008) Diese Vorgaben wurden getrennt für die einzelnen Gewerke festgehalten.

Für den **Winterdienst** können neben den Vorgaben gemäß dem Leistungsheft noch weitere Anforderungen genannt werden, die sich auf die Streutechnik bzw. -maschinen, die Streustoffe und die Qualifizierung der Mitarbeiter beziehen. Eine Qualitätssicherung im Winterdienst kann durch leistungsfähige Streugeräte, regelmäßige Überprüfung der Streugeräte bzgl. Streugenauigkeit, Verwendung hochwertiger Salze und regelmäßige Schulung des Personals gewährleistet werden (HANKE, 2010A; PÖPPING ET AL., 2013).

Hinsichtlich der **Streutechnik bzw. -maschinen** sind die Genauigkeit der Streuerausbringung, die Streugeschwindigkeit sowie die Ausbringungsmenge der Streustoffe als wesentliche Qualitätsmerkmale anzusehen (HANKE, 2010A; HANKE, 2010B; NIEBRÜGGE, 2014). Mittels automatisierter Streuung kann zum einen die Streugenauigkeit verbessert und zum anderen der Fahrer des Streufahrzeugs entlastet werden (HANKE, 2010A). Zur Optimierung der Ausbringungsmenge kann der Einsatz von Bordcomputern in Streufahrzeugen dienlich sein, mit deren Hilfe Daten zu Wetterprognosen, Fahrbahntemperatur und der an der Strecke befindlichen Straßenwetterstationen verarbeitet werden können. Ein hinterlegter Algorithmus errechnet schließlich aus den Daten die optimale Streustoffmenge (HAUSMANN, 2013).

Die **Anforderungen an die Streustoffe** (meist Natriumchlorid) beziehen sich auf den Salzgehalt, die anhaftende Feuchte und die Korngrößenverteilung. Nicht eingehaltene Anforderungen können wiederum zu Problemen bei der Ausbringung führen, indem bspw. das Zuführrohr des Streufahrzeugs verstopft wird und somit Streulücken entstehen können (NIEBRÜGGE, 2014). Um dem Abhilfe zu schaffen und um die Glatteisvorbeugung stetig zu verbessern, wird auch in diesem Bereich des Winterdiensts weiter geforscht (vgl. HANKE, 2010B; HANKE, 2012; BADELT ET AL., 2014; NIEBRÜGGE, 2014). So wird bspw. nach Alternativen für Natriumchlorid als Streustoff gesucht. Aber dennoch kann festgehalten werden, dass Natriumchlorid u. a. wegen seiner guten Tauwirkung und Anwendbarkeit sehr gut geeignet ist (HANKE, 2010B). Darüber hinaus sind Ansätze zu finden, welche sich mit einem optimierten Umgang mit den Streustoffen und der Verfahrensweisen beschäftigen. Dieses sogenannte **Salz-Management** beinhaltet u. a. Aspekte, wie eine optimierte



---

Lagerung der Streustoffe und ein strategisches Management der Streustoffmengen. (vgl. HANKE, 2012; HOLLDORB & STREICH, 2014) Eine Erweiterung stellen die integrativen **Winterdienst-Management-Systeme** dar, welche zur Verbesserung des gesamten Winterdiensts effizient beigetragen können. Mit Hilfe solcher Managementsysteme können bspw. die Prognose der Straßenzustände basierend auf einem Straßenzustands- und Wetter-Informationssystem (SWIS), die Einsatzplanung und -überwachung sowie eine Kommunikation mit den Streufahrzeugen erfolgen. (vgl. NORKAUER, 2008; HOLLDORB, 2009; ENDRULAT & HAGEDORN, 2012; ROßMANN, 2012) Zudem nennt CYPRA (2008) standarderhöhende Maßnahmen auf hochbelastenden Bundesautobahnen (z. B. temporäres Lkw-Überholverbot), die in solche Managementsysteme für den Winterdienst einfließen sollten.

Darüber hinaus sind im Straßenbetrieb auch übergeordnete Ansätze des Qualitätsmanagements vorhanden. So wurde in BREER (2014) ein **meistereiunabhängiges Modell für ein Qualitätsmanagement** entwickelt, welches neben der Messung des Qualitätszustands bspw. auch die Kontrolle von Subunternehmen ermöglicht. Mittels des Modells kann basierend auf definierten Qualitätsstandards meistereiunabhängig die Leistungserbringung hinsichtlich Vollständigkeit des jährlichen Leistungsumfangs und des Erfüllungsgrads erfasst und beurteilt werden.

Abschließend kann festgehalten werden, dass das Erhaltungsmanagement einen engen Bezug zum Qualitätsmanagement aufweist, da es dessen Ziel ist, die Qualität dauerhaft aufrecht zu erhalten. Die bereits fortgeschrittenen Bemühungen im Bereich des Erhaltungsmanagements sind in einen umfassenden Ansatz des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen einzubeziehen.

#### *Verkehrsplanung und Verkehrstechnik*

Die Gewährleistung und Verbesserung der Qualität der Verkehrsnetze hinsichtlich der Oberziele des Verkehrs (vgl. Kapitel 3.3.2) sind seit langer Zeit wesentlicher Gegenstand der Forschung und Entwicklung im Bereich der Verkehrsplanung und Verkehrstechnik. Dabei stand nicht nur die **Optimierung der Verkehrsabwicklung** (z. B. RAMSEYER, 1955; HEITFELD & ROSE, 1978; RETZKO, 1990; HANSEN & FORTULJN, 2006) im Mittelpunkt der Forschung sondern auch die Möglichkeiten zur **Verbesserung der einzelnen Anlagenkomponenten**, wie z. B. Lichtsignalanlagen, Fahrbahnmarkierungen und Beschilderung (z. B. PAVEL, 1960; HOFFMANN, 1982; DILLING, 1991; GAIL, 2012). KIRSCHFINK & ARETZ (2009) entwickelten ein **Qualitätsmanagementkonzept für den Betrieb von Verkehrsrechnerzentralen** des Bundes, das übertragbare Prozessbeschreibungen sowie Leistungs- und Qualitätskriterien beinhaltet. Als Ergebnis wurde ein Muster-Qualitätsmanagement-Handbuch für Verkehrsrechnerzentralen erstellt, welches die Soll-Aufbau- und die Ablauforganisation einer Verkehrsrechnerzentrale, die erforderlichen Mittel und die Verantwortlichkeit zur Qualitätssicherung beschreibt. Darüber hinaus wurden Ansätze zur Qualitätsverbesserung von Verkehrsplanungsprozessen und deren Ergebnisse entwickelt (z. B. WALTER, 1995; HUBER, 2000; FOLLMANN, 2002; LEONHARDT ET AL., 2009).

Des Weiteren existieren im Bereich der Verkehrsplanung bereits erste Ansätze eines übergeordneten Qualitätsmanagements. Beispiele sind Qualitätsmanagementsysteme in **Ingenieurbüros und Verkehrsverwaltungen** (z. B. MORITZ, 2004; HSVV, 2008), zum **Beschwerdemanagement** (z. B. STAUSS & SEIDEL, 2007), **Benchmarking-Prozesse** sowie **BYPAD-Verfahren** (z. B. LEHNER-LIERZ, 2001; BYPAD CONSORTIUM, 2008; GÜNDEL, 2008). BLEES (2004) griff diese Ansätze auf und entwickelte schließlich ein Grundkonzept für ein **Qualitätsmanagement in der Verkehrsplanung** (vgl. auch BLEES, 2008A; BLEES, 2008B; BLEES ET AL., 2008). Aufbauend auf den Anforderungen an ein Qualitätsmanagement aufgrund der Eigenschaften von Verkehrsplanungen wurde ein Rahmen von Qualitätsmerkmalen zur Bewertung von Verkehrsplanungen und ein Untersuchungsdesign zur empirischen Analyse von Mängeln in der Planungspraxis erstellt (vgl. auch BLEES ET AL., 2002). Das entwickelte Konzept umfasst insgesamt 54 einzelne Elemente sowie drei Handlungsdimensionen (akteursbezogenes, projektbezogenes sowie akteurs- und projektübergreifendes Qualitätsmanagement), die eine Abbildung der verkehrsplanungsspezifischen Prozess- und Akteursstrukturen sowie

---

der vielseitigen Einflussgrößen auf die Qualität von Verkehrsplanung ermöglichen. Zudem kann somit das Qualitätsmanagement schrittweise und bedarfsorientiert umgesetzt werden. (BLEES, 2004)

JENTSCH (2009) erweiterte die Sichtweise von der Verkehrsplanung und konzipierte ein **integriertes Qualitätsmanagement für den Stadtverkehr** (auch veröffentlicht in BOLTZE & JENTSCH, 2010), welches die unterschiedlichen Verkehrsmittel, Wirkungsfelder und Bezugsgruppen in Planung, Bau und Betrieb eines Verkehrssystems berücksichtigt. Das Konzept weist eine modulare Struktur bestehend aus prozessorientierten Grundmodulen und übergeordneten Modulen auf, womit flexibel auf sich ändernde Anforderungen eingegangen und eine schrittweise Einführung ermöglicht werden kann.

Weiterhin empfehlen GRAHL & JENTSCH (2012) ein **Qualitätsmanagement für das dynamische Verkehrsmanagement**, da die Qualitätssicherung bei der Planung und der Anwendung von Strategien eine wichtige Voraussetzung für deren hohe Wirksamkeit darstellt. Dazu sind in allen Phasen des dynamischen Verkehrsmanagements die Qualität der einzelnen Prozesse regelmäßig zu überwachen und ggf. Mängel zu beseitigen. Während innerhalb der Planungsphase die Strategien hinsichtlich der gewünschten Wirkungen bewertet werden, werden nach der Strategieumsetzung (Betriebsphase) die Wirkungen der Strategie kontrolliert und eventuelle Anpassungen vorgenommen. Für die Wirkungskontrolle werden dabei produkt- (z. B. Anzahl Fahrzeugstunden im Stau infolge Störfällen), prozess- (z. B. Bearbeitungszeit) und potenzialbezogene (z. B. Kundenzufriedenheit) Kriterien herangezogen (KIRSCHFINK & ARETZ, 2009). Zudem stellt NEUMANN (2014) einen **stochastischen Ansatz zur Qualitätsmodellierung** vor, bei dem die Wahrscheinlichkeit der Erfüllung von festgelegten Anforderungen von einzelnen Komponenten des Verkehrsmanagements (u. a. Detektionsinfrastruktur, Verkehrsdaten und Verkehrsbeeinflussungsanlagen) beschrieben wird. Um ein einheitliches Verständnis von Qualität im Verkehrsmanagement zu schaffen, erläutern und systematisieren NEUMANN ET AL. (2014) die Grundbegriffe der Qualitätsbewertung im Verkehrsmanagement. Auf dieser Basis wird ein erweitertes Qualitätsverständnis entwickelt, das diese konsequent als probabilistische Größe interpretiert.

Im Bereich der Verkehrsplanung und Verkehrstechnik sind bereits übergeordnete Ansätze des Qualitätsmanagements entwickelt worden, welche jedoch noch nicht den gesamten Lebenszyklus des Verkehrssystems berücksichtigen. Dennoch stellen diese Ansätze eine gute Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen dar.

#### 4.2.3 Beispiel Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung

##### *Stand des Qualitätsmanagements im Technischen Regelwerk*

„Lichtsignalanlagen werden zur Verbesserung der Verkehrssicherheit und der Qualität des Verkehrsablaufs eingerichtet.“ (FGSV, 2015B) Diesem Leitbild folgt das Technische Regelwerk bereits seit dem Jahre 1964, als die ursprüngliche Version FGSV (1964) der heutigen **Richtlinien für Lichtsignalanlagen** (RiLSA - FGSV, 2015B) erschienen ist. Seitdem wurde diese in regelmäßigen Abständen entsprechend der neuesten Forschungserkenntnisse im Bereich der Lichtsignalsteuerung überarbeitet (vgl. FGSV, 1966; FGSV, 1972; FGSV, 1977; FGSV, 1981; FGSV, 1992B; FGSV, 2010D; FGSV, 2015B). Dabei fanden nicht nur die Weiterentwicklung der Anlagenkomponenten (z. B. Einsatz der LED-Technik für Signalgeber) und der Steuerungsverfahren (z. B. verkehrsabhängige Steuerung) sondern auch neue Entwicklungen hinsichtlich der Qualitätsmessung und -sicherung Berücksichtigung. So wurde bspw. in die damalige Neuauflage FGSV (2010D) auf Grundlage von REUßWIG (2005) erstmals ein separates **Kapitel zum Qualitätsmanagement** aufgenommen, welches Arbeitsschritte zur Qualitätsüberwachung während der Projektierung, der Implementierung sowie des laufenden Betriebs und Maßnahmen zur

Qualitätsverbesserung enthält. Neben den Richtlinien für Lichtsignalanlagen (FGSV, 2015B) sind folgende Regelwerke der FGSV zu nennen, welche sich darüber hinaus explizit bzw. im Rahmen eines Kapitels mit dem Themenfeld Qualitätsmessung und -sicherung von Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung beschäftigen:

- Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (FGSV, 2015A),
- Hinweise für die Lichtsignalsteuerung in Straßennetzen (FGSV, 2014B) und
- Hinweise zum Qualitätsmanagement an Lichtsignalanlagen (FGSV, 2014C).

Allerdings enthalten auch weitere Regelwerke der FGSV qualitätsbezogene Aussagen für die Produkte Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung, auch wenn diese nicht direkt an das Qualitätsmanagement adressiert werden. Um Aussagen bezüglich des Stands des Qualitätsmanagements für diese beiden Produkte treffen zu können, wird daher das Technische Regelwerk hinsichtlich qualitätsbezogener Aussagen gemäß der in Kapitel 4.1 beschriebenen Methodik analysiert. Dabei ist zu beachten, dass die Auswertung nach BOLTZE ET AL. (2014A) auf dem Stand des Technischen Regelwerks aus dem Jahr 2013 basiert und in dieser Arbeit um entsprechende spätere Neuerscheinungen und Neuauflagen (z. B. FGSV, 2015A und FGSV, 2015B) erweitert wurde. Zudem werden weitere Regelwerke und Wissensdokumente der FGSV berücksichtigt, welche in der Anlage 4.1 aufgelistet sind.

Auf der Basis der identifizierten qualitätsbezogenen Aussagen zu den Produkten **Lichtsignalanlage** und **Lichtsignalsteuerung** wird anschließend die Ausführlichkeit der Qualitätsmanagementbestandteile und ihrer einzelnen Inhalte getrennt für jede Lebensphase und jede Verkehrsart anhand der in BOLTZE ET AL. (2014A) verwendeten Bewertungssystematik beurteilt. Die ausführliche Auswertung ist für die Lebensphasen Rahmen- und Detailplanung, Bauvorbereitung und -durchführung, Betrieb sowie Erhaltung in der Anlage 4.2 zu finden. Hinsichtlich der Lebensphasen Bedarfs- und Netzplanung konnten keine direkten Aussagen gefunden werden. Für die Lebensphase Umnutzung/Rückbau enthält das Technische Regelwerk lediglich eine Aussage und wird daher nicht separat ausgewertet, ist aber dennoch im Rahmen der weiteren Bearbeitung zu berücksichtigen.

Auf der Grundlage dieser Auswertungen in der Anlage 4.2 wird der Umsetzungsstand in Tabelle 5 zusammenfassend betrachtet. Dabei wird untersucht, inwieweit die Bestandteile des Qualitätsmanagements für die einzelnen Verkehrsarten im Technischen Regelwerk abgebildet sind.

Tabelle 5: Zusammenfassende Auswertung der qualitätsbezogenen Aussagen für die Produkte Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung

| Element des Qualitätsmanagements | Bestandteile   | Bewertung |    |    |     |
|----------------------------------|--|-----------|----|----|-----|
|                                  |  | IV        | ÖV | FG | Rad |
| Qualitätsplanung                 | Definition eines <b>Leitbilds</b>                                  |           |    |    |     |
|                                  | Formulierung von <b>strategischen Zielen</b>                       |           |    |    |     |
|                                  | Formulierung von <b>operativen Zielen</b>                          |           |    |    |     |
|                                  | Ermittlung von <b>Kundenanforderungen</b>                          |           |    |    |     |
|                                  | Festlegung von <b>Qualitätsmerkmalen</b>                           |           |    |    |     |
|                                  | Definition von <b>Aufgaben und Kompetenzen</b>                     |           |    |    |     |
|                                  | Beschreibung von <b>Prozessen</b>                                  |           |    |    |     |
|                                  | Festlegung eines <b>Kommunikations- und Koordinationskonzeptes</b> |           |    |    |     |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Element des Qualitätsmanagements | Bestandteile  | Bewertung |    |    |     |
|----------------------------------|---|-----------|----|----|-----|
|                                  |   | IV        | ÖV | FG | Rad |
| Qualitätslenkung                 | Bereitstellung von <b>Ressourcen</b>                      |           |    |    |     |
|                                  | <b>Qualifizierung</b> von Personal                        |           |    |    |     |
|                                  | Ergreifung von <b>Vorbeugungsmaßnahmen</b>                |           |    |    |     |
|                                  | Ergreifung von <b>Überwachungsmaßnahmen</b>               |           |    |    |     |
|                                  | Ergreifung von <b>Korrekturmaßnahmen</b>                  |           |    |    |     |
| Qualitätssicherung               | Erstellung einer <b>Dokumentation</b>                     |           |    |    |     |
|                                  | Durchführung von <b>Audits</b>                            |           |    |    |     |
|                                  | <b>Aufbau eines Ideen- und Beschwerdemanagements</b>      |           |    |    |     |
| Qualitätsverbesserung            | Ergreifung von <b>Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung</b> |           |    |    |     |
|                                  | <b>Weiterentwicklung</b> des Qualitätsmanagements         |           |    |    |     |

Legende:

- Im Technischen Regelwerk konnten ausführliche und konkrete Aussagen gefunden werden.
- Im Technischen Regelwerk wurden Aussagen gefunden, die aber nicht vollständig erscheinen.
- Im Technischen Regelwerk konnten keine direkten Aussagen gefunden werden.

Wie die Auswertung des Umsetzungsstands des Qualitätsmanagements für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung zeigt, weist das Technische Regelwerk in diesem Themenbereich einen hohen Entwicklungsstand auf. Auch wenn keine direkten Aussagen in Bezug auf die Ermittlung von Kundenanforderungen, die Qualifizierung von Personal, die Ergreifung von Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung und die Weiterentwicklung des Qualitätsmanagements im Technischen Regelwerk gefunden werden konnten, ist ein Großteil der Bestandteile umfassend für die identifizierten Lebensphasen und Verkehrsarten beschrieben worden. So sind hinsichtlich des **Leitbilds** und der **Qualitätsziele** Verkehrssicherheit, Umweltverträglichkeit, Qualität des Verkehrsablaufs und Wirtschaftlichkeit zahlreiche Aussagen zu finden (vgl. z. B. FGSV, 2005B; FGSV, 2006B; FGSV, 2010B; FGSV, 2015B). Ebenso werden Qualitätsmerkmale wie bspw. Unfallkostenrate und Unfalldichte (FGSV, 2012B; FGSV, 2015B), mittlere Wartezeiten und Länge des Rückstaus (FGSV, 2015A), Luft- und Luftschadstoffbelastungen sowie Störungshäufigkeit und -dauer der Anlagenkomponenten (FGSV, 2015B) erläutert. Zur **Überwachung** bzw. Prüfung dieser Qualitätsmerkmale sind im Technischen Regelwerk ebenfalls zahlreiche Aussagen zur Qualitätsmessung vorhanden. So geht FGSV (2015A) u. a. umfassend auf die Ermittlung der Qualitätsmerkmale mittlere Wartezeit und Rückstaulänge ein und FGSV (2015B) stellt die empfohlenen Arbeitsschritte für ein Qualitätsmanagement u. a. im laufenden Betrieb dar. Zudem regelt FGSV (2013A), dass im Rahmen der Verkehrsschau die Notwendigkeit, der Standort, der Zustand, die Erkennbarkeit und die Widerspruchsfreiheit von Lichtsignalanlagen überprüft wird. Des Weiteren werden in FGSV (2010B) Methoden zur Qualitätssicherung für den Radverkehr genannt, welche entsprechend der vorgegebenen Zielsetzung, wie z. B. Umwegminimierung, eingesetzt werden können. Zudem werden Möglichkeiten zur Überprüfung der einzelnen Anlagenkomponenten wie bspw. Detektor und Signalgeber gegeben (vgl. FGSV, 1991; FGSV, 1997).

Neben Qualitätsmessung werden auch **Maßnahmen zur Verbesserung** der Qualität an Lichtsignalanlagen beschrieben. FGSV (2012B) nennt bspw. Anpassungen der Steuerungskenngrößen (z. B. Änderung der Mindestfreigabezeiten), strukturelle Anpassungen der Verkehrssteuerung (z. B. Änderung der Phaseneinteilung), Anpassungen an der Anlage (z. B. Erneuerung der Detektoren) und bauliche Maßnahmen (z. B. Anpassung der Fahrstreifenbreite) als Maßnahmen zur Beseitigung von möglichen Mängeln. In FGSV (2001B) sind zudem Maßnahmen gegen Unfalhäufungen, wie bspw. die Verbesserung der Sichtverhältnisse oder der

---

Lichtsignalsteuerung, beschrieben. Darüber hinaus sind im Technischen Regelwerk Maßnahmen genannt, welche bei Mängeln an Anlagenkomponenten wie z. B. Detektor (vgl. FGSV, 1991) und Verkehrsrechner (vgl. FGSV, 2001A) umzusetzen sind.

Des Weiteren sind Aussagen zur Durchführung von **Audits** der Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung im Technischen Regelwerk zu finden. So werden diese im Rahmen des Sicherheitsaudits an Straßen durch eine entsprechende Checkliste berücksichtigt, welche Fragen hinsichtlich der Ausstattung und der Verkehrssteuerung der Anlage beinhalten (FGSV, 2002B). Zudem werden für den Radverkehr in FGSV (2010B) Hinweise zu dem Auditverfahren BYPAD und einem Beschwerdemanagement gegeben.

#### *Stand des Qualitätsmanagements in der Praxis*

Lichtsignalanlagen sind seit vielen Jahrzehnten **wesentlicher Bestandteil des Straßenverkehrs** in Deutschland. So wurde im Jahre 1924 die erste Lichtsignalanlage am Potsdamer Platz in Berlin installiert, um den Verkehrsablauf an dem damals verkehrsreichsten Knotenpunkt sicherer und effizienter zu gestalten (STRAßMANN, 2014). Seit dem ist fast ein Jahrhundert vergangen und die Lichtsignalanlage samt ihrer Steuerungsmöglichkeiten war stets und ist auch heute noch Gegenstand der Forschung und Entwicklung (vgl. JAINSKI, 1952; PAVEL, 1960; RADICKE, 1963; HOFFMANN, 1982; WU, 1996; BOLTZE & WOLFERMANN, 2011; SANTA ET AL., 2014). So kann festgehalten werden, dass, was im frühen 20. Jahrhundert mit den zwei Signalfarben Rot und Grün sowie manueller Unterstützung durch einen Polizeibeamten begann, sich zum Hightech-Instrument entwickelte und stets verbessert wurde. Anfangs standen dabei lediglich die **Verbesserung des Verkehrsablaufs und der Verkehrssicherheit** im Vordergrund. So wurde bspw. die Gelbzeit als Übergangssignal eingeführt, um einerseits den baldigen Halt anzukündigen und andererseits die Fahrtzeit zum Räumen des Knotenpunkts zu berücksichtigen (vgl. RETZKO, 1966; GRABE, 1970; AM RHEIN, 1970). Daneben wurden aber auch einzelne Parameter der Lichtsignalsteuerung, wie bspw. die Umlaufzeit (vgl. BOLTZE, 1989) und Zwischenzeit (vgl. BOLTZE & WOLFERMANN, 2011), sowie die Steuerungsverfahren (vgl. BRENNER ET AL., 1997; FRIEDRICH, 2000; KELLER ET AL., 2002; KÖHLER & STREHLER, 2011; HOYER ET AL., 2012) stets weiter optimiert. Doch im Laufe der Jahre gewannen neben den Oberzielen Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf auch die **Umweltverträglichkeit** und die **Wirtschaftlichkeit** im Bereich der Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung an Bedeutung (vgl. BÖTTGER, 1971; BRANNOLTE, 1987; BRILON & WIEBUSCH-WOTHGE, 1987; HÖHNE, 1987; SCHULT & FROESE, 1995; ROHDE ET AL., 2008; NOLL & ALBRECHT, 2010; FRIEDRICH, 2014). Ein Gesichtspunkt sind dabei die Betriebszeiten von Lichtsignalanlagen. So führt bspw. eine Abschaltung der Lichtsignalanlage zwar in der Nachtzeit zu geringen Strom- und Fahrzeiteinsparungen, dennoch sollte im Hinblick auf den Sicherheitsverlust eher davon abgesehen werden (NOVOTNY, 2004; SCHLABBACH & KÖSTER, 2004; MAIER ET AL., 2008; ORTLEPP, 2010).

Die jahrzehntelange Verbesserung der Lichtsignalanlage und deren Steuerungsmöglichkeiten führten schließlich dazu, dass von einer insgesamt hohen Qualität der Lichtsignalsteuerung gesprochen werden kann. Diese Qualität gilt es langfristig zu gewährleisten, da eine gute Verkehrssteuerung eine wichtige Voraussetzung für eine gute Standortentwicklung darstellt (BOLTZE, 2005; BOLTZE, 2009). Ziele einer solchen **Qualitätssicherung** für Lichtsignalanlagen sind u. a. die Erhöhung der Leistungsfähigkeit, die Verminderung der Unfallhäufigkeit, die Verringerung der Instandhaltungskosten sowie die Verringerung der Lärm- und Luftschadstoffemissionen (HLSV, 2002; BOSSERHOFF, 2006; BOSSERHOFF, 2007). Die Grundlage für die Qualitätssicherung ist dabei eine umfassende Beurteilung bzw. Messung der Qualität an Lichtsignalanlagen. Um die **Qualitätsmessung** für Lichtsignalanlagen für den Betreiber anwendbar zu machen, wurden zur ihrer Unterstützung in den vergangenen Jahren Checklisten oder Leitfäden zur Qualitätsmessung erarbeitet. So stellt bspw. HLSV (2002) Checklisten für die Qualitätsbeurteilung innerhalb der Voruntersuchung (netzweite Betrachtung) und der Detailuntersuchung (Betrachtung von einzelnen Knotenpunkten) von Lichtsignalanlagen bereit, welche die Qualitätskriterien Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit berücksichtigen. FRIEDRICH ET AL. (2008) (auch veröffentlicht in FRIEDRICH ET

AL., 2009) erarbeiteten einen Leitfaden, der zur Festlegung der Qualitätsziele, der Erfassung von verkehrlichen Kenngrößen sowie der Identifizierung von Mängeln und Maßnahmen dient. Während im Mittelpunkt dieses Leitfadens die Analyse des Verkehrsablaufs und der Verkehrssicherheit steht, berücksichtigt der von dem OCA<sup>14</sup>-Arbeitskreis „Qualitäts- und Sicherheitsstandards“ erarbeitete **Leitfaden** zudem Qualitätskriterien zur Betriebssicherheit und zum Umweltschutz. Anhand von Checklisten werden den für die Lichtsignalsteuerung verantwortlichen Personen Arbeitshilfen zur praktischen Qualitätsbeurteilung und normierten Kenngrößenbewertung, welche durch Zuordnung der erfassten Kenngrößenwerte zu den Qualitätsstufen gemäß FGSV (2015A) erfolgt, zur Verfügung gestellt. Zudem enthalten diese Checklisten Maßnahmenvorschläge zur Qualitätssicherung. (BERNHARD & GRAHL, 2008; BERNHARD & GRAHL, 2009)

Allerdings ist die Qualität der Lichtsignalanlage nicht nur durch die fachliche Qualität der Lichtsignalsteuerung an sich sondern auch durch die Zufriedenheit der Verkehrsteilnehmer und den effizienten Ressourceneinsatz geprägt. Um dies zu gewährleisten, ist ein **systematischer Ansatz** für das Qualitätsmanagement an Lichtsignalanlagen erforderlich (BOLTZE, 2005; BOLTZE, 2009). Einen modularen Ansatz hierzu stellten BOLTZE ET AL. (2003) mit einem standardisierten, aufwandsoptimierten Verfahren und den notwendigen Hilfsmitteln für ein Qualitätsmanagement an Lichtsignalanlagen vor, welcher in REUßWIG (2005) (auch veröffentlicht in BOLTZE & REUßWIG, 2005) vertieft wurde. Mittels dieser Verfahrensweisen und EDV-gestützter Hilfsmittel kann die Qualität des Verkehrsablaufs sowie die Verkehrssicherheit im Straßennetz und an einzelnen Knotenpunkten überprüft werden. In Abbildung 17 ist der allgemeine Verfahrensablauf für die Überprüfung der Qualität von einzelnen Lichtsignalanlagen dargestellt.

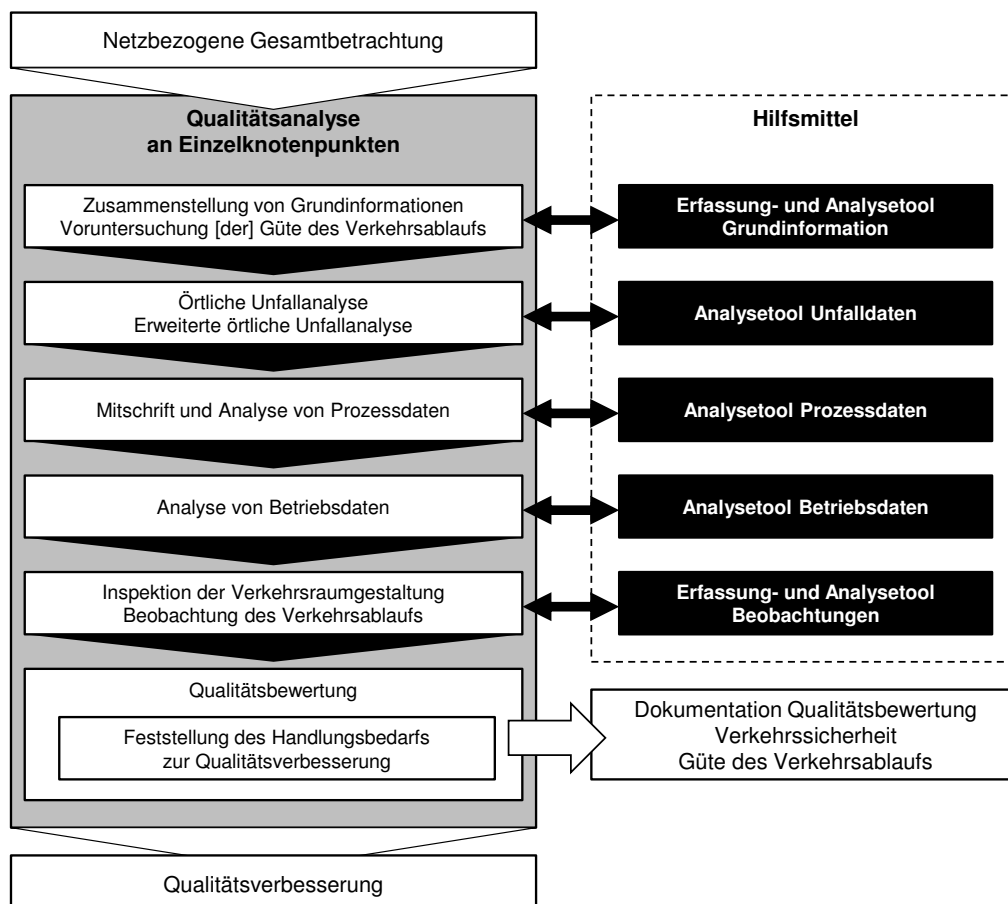


Abbildung 17: Allgemeiner Verfahrensablauf bei der Qualitätsprüfung von einzelnen Lichtsignalanlagen (Quelle: REUßWIG, 2005)

<sup>14</sup> OCA (Open Traffic Systems City Association e.V.) ist ein Verband deutscher, österreichischer und schweizer öffentlicher Baulasträger.

---

Wie in Abbildung 17 zu sehen ist, werden für die Qualitätsbeurteilung neben der Analyse von Unfalldaten, Prozessdaten und Betriebsdaten ebenfalls Beobachtungen des Verkehrsablaufs durchgeführt. Zudem werden Verbesserungsmaßnahmen zur Reduzierung von Qualitätsmängeln an Lichtsignalanlagen sowie Prüfbedingungen für deren Eignung und Umsetzbarkeit aufgezeigt. Die Ergebnisse aus REUßWIG (2005) dienten als Grundlage für das Kapitel „Qualitätsmanagement“ der Richtlinien für Lichtsignalanlagen (FGSV, 2010D; FGSV, 2015B).

Um schließlich ein Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen einfach und kostengünstig umsetzen zu können, sollte eine weitgehende **Automatisierung von Prozessen der Qualitätsanalyse** angestrebt werden. Einen Beitrag hierzu leisten SCHWEIGL ET AL. (2012), indem die in Verkehrsrechnersystemen verfügbaren qualitätsrelevanten Daten zu Qualitätskenngrößen aufbereitet werden. Zudem entwickelten NEUMANN & WAGNER (2012) ein Verfahren auf der Grundlage kostengünstig erfassbarer Floating-Car-Daten, welches im Rahmen des Qualitätsmanagements für Lichtsignalanlagen flächendeckend mittel- und langfristige Trends bezüglich der knotenspezifischen Verkehrszustände an Lichtsignalanlagen beschreibt. Darüber hinaus wurden in BLEY & FRIEDRICH (2016) einheitlich verwendbare quantitative Bewertungskriterien und -maße definiert und in ein automatisiertes Bewertungsverfahren auf Basis von Prozessdaten der Lichtsignalanlagen, die mit der Verkehrsrechnertechnik verfügbar sind, integriert.

Die Lichtsignalanlagen bzw. die Lichtsignalsteuerung stellen in Bezug auf das Qualitätsmanagement einen weit erforschten Bereich dar. Dennoch sind sie nur ein Anwendungsgebiet für ein systematisches Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen. Die Bemühung zur Verbesserung und Sicherstellung der Qualität von Lichtsignalanlagen sind in einen solchen übergeordneten Ansatz zu integrieren (BOLTZE ET AL., 2003).

### 4.3 Entwicklungsstand im Ausland

#### 4.3.1 Australien

Im Jahr 1901 schlossen sich die zuvor voneinander unabhängigen britischen Kolonien auf dem australischen Kontinent zum Commonwealth of Australia zusammen, das nun seither eine parlamentarische Monarchie auf demokratisch-parlamentarischer Grundlage ist. Aufgrund der großen Landmasse weist Australien mit seinen etwa 23,1 Millionen Einwohner eine der niedrigsten Bevölkerungsdichten der Welt auf. (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2015; WORLD BANK, 2015) Die Bevölkerung ist dabei auf die Stadtgebiete vor allem im Südosten des Landes konzentriert, was der Ebenheit und Trockenheit des Landes geschuldet ist (MACDONALD ET AL., 2004). Dadurch spielt das Verkehrsnetz besonders in diesen dicht besiedelten Teilen des Landes eine bedeutende Rolle. So wurden im Jahr 2013 ca. 238,8 Milliarden Fahrzeugkilometer im öffentlichen Straßennetz zurückgelegt (BITRE, 2014). Insgesamt weist das Straßennetz Australiens eine Länge von 820.000 km auf, wozu sowohl befestigte als auch unbefestigte Straßen gezählt werden (STATISTA, 2013). Für die Erhaltung und Organisation dieses Straßennetzes ist das **Department of Infrastructure and Regional Development** (Ministerium für Infrastruktur und regionale Entwicklung) zuständig, welches die Minister und Parlamentssekretäre in den Angelegenheiten Transport und regionale Dienstleistung betreffend berät. Darüber hinaus schlossen sich im Jahr 1989 insgesamt elf Straßenverkehrsbehörden aus Australien und Neuseeland zu der Gesellschaft „Austroads“ zusammen, was somit die Zusammenarbeit der einzelnen Behörden erleichtert. (MACDONALD ET AL., 2004; NUGENT ET AL., 2011; AUSTROADS, 2014A) Sinn und Zweck von Austroads ist die Harmonisierung, Konsistenz und Einheitlichkeit im Straßenbetrieb und der damit verbundenen Aufgaben, wodurch schließlich die Wirkungen des Verkehrs verbessert werden sollen. (NUGENT ET AL., 2011; AUSTROADS, 2012; AUSTROADS, 2014A; AUSTROADS, 2015) Um dies zu ermöglichen, hat

---

Austroroads eine Reihe von Leitfäden veröffentlicht, welche den Entwurf, den Bau, den Betrieb sowie die Erhaltung des Verkehrssystems in Australien und Neuseeland umfassen.

Nachfolgend werden das Grundkonzept, die verwendeten Performance-Indikatoren und die Art der Ergebnisdokumentation von Austroroads beschrieben.

### *Grundkonzept*

Um Maßnahmen zur Umsetzung ihrer strategischen Prioritäten identifizieren, durchführen und leiten zu können, verwendet Austroroads einen **Programm-Management-Ansatz**. Die einzelnen Programme sind jeweils auf ein Einsatzgebiet des Verkehrssystems fokussiert und beinhalten eine Reihe von Projekten, die zur Verbesserung des Verkehrs in Australien und Neuseeland beitragen sollen. (AUSTRORoads, 2012; AUSTRORoads, 2014A; AUSTRORoads, 2014B; AUSTRORoads, 2015) Austroroads ist in die nachfolgenden Programme unterteilt:

- Assets Program,
- Freight Program,
- Network Program,
- Registration and Licensing Program,
- Safety Program und
- Technology Program.

Austroroads verwendet die Expertise seiner Mitglieder, um diese Programme umzusetzen. Dabei obliegt die Leitung der einzelnen Programme dem Programmmanager, der für die Entwicklung und Leitung des jährlichen Arbeitsprogramms und die Berichterstattung für den Vorstand verantwortlich ist. (AUSTRORoads, 2015) Zudem wird innerhalb der einzelnen Programme ein Arbeitsplan erarbeitet, welcher einen Zeitraum von vier Jahren umfasst. Dieser beinhaltet neben dem Leitbild die zu erreichenden Ergebnisse und eine Beschreibung der geplanten Projekte sowie Maßnahmen zur Erreichung der gesteckten Ziele. (vgl. AUSTRORoads, 2014B)

Als Antwort auf die Bedürfnisse der einzelnen Akteure hat Austroroads ein umfangreiches **Performance Management** entwickelt, in dem das Verkehrssystem und die Straßenverkehrsbehörden bewertet werden können. Dieser Ansatz umfasst das Leitbild und die Funktion eines Verkehrssystems, eine Liste von Ergebnissen, die die Erwartungen der Akteure an ein Verkehrssystem reflektieren, und ein Satz an Performance-Kenngrößen. (AUSTRORoads - NPI, 2015)

Innerhalb Austroroads werden Informationen hinsichtlich der Effektivität auf zwei Ebenen erhoben. Zum einen werden die Leistung und der Fortschritt innerhalb der Programme bewertet. Dazu wird für die einzelnen Projekte untersucht, ob diese rechtzeitig und im Finanzrahmen beendet worden sind. Des Weiteren wird überprüft, ob die von Austroroads erstellten Leitfäden von den Straßenverkehrsbehörden angewendet wurden. Die Informationen werden bezüglich der Performance des Verkehrssystems erhoben, die den Mitgliedern von Austroroads ermöglichen, sich selbst auf nationaler und internationaler Ebene zu bewerten. (AUSTRORoads, 2012) Welche Kenngrößen im Rahmen dieser Performance-Messung herangezogen werden, wird im nachfolgenden Abschnitt erläutert.

### *Performance-Kenngrößen*

Im Jahr 1993 hat Austroroads zur Bewertung des Verkehrssystems und der Straßenbaubehörden in Australien sowie Neuseeland nationale Performance-Kenngrößen eingeführt. (MACDONALD ET AL., 2004; NUGENT ET AL., 2011; KARLAFTIS & KEPAPTSOGLU, 2012; AUSTRORoads - NPI, 2015) Im Rahmen eines Projekts wurden 14 Kenngrößen entwickelt, welche den Fortschritt über die Zeit überwachen, die Performance abschätzen und Vergleiche zwischen den einzelnen Behörden ermöglichen sollten. Im Laufe der Jahre wuchs die Anzahl auf 72 Performance-



Kenngrößen an. Aufgrund eines Reviews der Performance-Kenngrößen im Jahr 2004 wurden 16 der 72 Kenngrößen verworfen, womit die Anzahl auf 56 Kenngrößen sank. (MACDONALD ET AL., 2004; NUGENT ET AL., 2011) Die verbleibenden Kenngrößen beurteilen die Performance hinsichtlich der Aspekte der Wirtschaftlichkeit, der Gesellschaft, der Sicherheit und der Umweltfreundlichkeit eines Verkehrssystems oder einer Straßenverkehrsbehörde. Dementsprechend können die Performance-Kenngrößen den folgenden Kategorien zugeordnet werden:

- Road safety,
- Registration and licensing,
- Road construction and maintenance,
- Environmental,
- Program/project assessment,
- Travel speed,
- Lane occupancy rate,
- User cost distance,
- User satisfaction index und
- Consumption of road transport, freight and fuel.

(MACDONALD ET AL., 2004; CAMBRIDGE SYSTEMATICS ET AL., 2010; KARLAFTIS & KEPAPTSOGLU, 2012; AUSTROADS - NPI, 2015)

In Tabelle 6 sind den oben genannten Kategorien die dazugehörigen Schlüsselkenngrößen zugeordnet.

Tabelle 6: Auflistung der Kategorien und der dazugehörigen Schlüsselkenngröße gemäß Austroads (Quelle: AUSTROADS - NPI, 2015)

| Kategorie                                       | Performance-Kenngröße   |
|---|---|
| Road safety                                     | Road fatalities (population basis)  |
| Registration and licensing                      | User transaction efficiency   |
| Road construction and maintenance               | Smooth travel exposure  |
| Environmental                                   | Traffic noise exposure  |
| Program/Project assessment                      | Return on construction expenditure  |
| Travel speed                                    | Actual travel speed (urban)   |
| Lane occupancy rate                             | Lane occupancy rate (persons)   |
| User cost distance                              | User cost distance (passenger car)  |
|   | User cost distance (rural freight)  |
| User satisfaction index                         | User satisfaction index   |
| Consumption of road transport, freight and fuel | Average rate (all fuels) of vehicle fuel consumption in liters per 100 kilometers |

Um zudem eine vergleichbare und in sich konsistente Performance-Messung zwischen den einzelnen Mitgliedern von Austroads zu ermöglichen, wurden Leitfäden für die jährliche Erfassung und Interpretation der Kenngrößen entwickelt. So wird bspw. die Reisegeschwindigkeit von allen Betroffenen auf die gleiche Art und Weise ermittelt. (MACDONALD ET AL., 2004; AUSTROADS - NPI, 2015)

---

### *Veröffentlichung der Ergebnisse*

Die Ergebnisse der Performance-Kenngrößen werden von jedem Mitglied von Austroads eigenständig veröffentlicht. (MACDONALD ET AL., 2004) Zudem werden die Ergebnisse ebenfalls auf AUSTROADS - NPI (2015) der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

Darüber hinaus wird die zukünftige Ausrichtung von Austroads in einem **Strategic Plan** festgehalten, welcher für einen Zeitraum von vier Jahren aufgestellt wird (vgl. AUSTROADS, 2012). Der Strategic Plan umfasst das Leitbild von Austroads und die strategischen Prioritäten, auf die Austroads ausgerichtet ist. Zudem wird die Organisation von Austroads erläutert. In den letzten Jahren ergaben sich einige signifikante Veränderungen innerhalb der institutionellen Regelungen sowie den Rollen und den Verantwortlichkeiten der verschiedenen Einheiten.

Der **Operational Plan** stellt eine Ergänzung zu dem Strategic Plan dar (vgl. AUSTROADS, 2014B). Dieser beschreibt zum einen die angestrebten Ergebnisse und den Arbeitsplan der jeweiligen Austroads Programme. Zum anderen werden ebenfalls die laufenden und zukünftigen Projekte zur Erreichung der angestrebten Ergebnisse aufgeführt. Der Operational Plan wird jährlich überprüft und ggf. überarbeitet.

Zudem wird ein **Annual Report** herausgegeben, welcher detailliert das Arbeitsprogramm, die Tätigkeiten und das Finanzmanagement von Austroads beschreibt (vgl. AUSTROADS, 2014A). So wird bspw. über den Stand des Arbeitsprogramms berichtet, in dem die Anzahl der abgeschlossenen, der im Zeitplan liegenden sowie nicht liegenden und der zurückgezogenen Projekte veröffentlicht wird. Zudem ist ein Bericht über die einzelnen Projekte aus den jeweiligen Programmen enthalten.

### **4.3.2 Japan**

Japan stellt mit seinen rund 127 Millionen Einwohnern eines der bevölkerungsreichsten Länder der Erde dar (MACDONALD ET AL., 2004). Die Mobilität des Landes ist zum einen geprägt durch das gut ausgebaute Straßennetz, welches eine Länge von 1,2 Millionen km aufweist. Zum anderen besitzt Japan innerhalb und zwischen den Metropolen des Landes ein effizientes Eisenbahnnetz. So wurden im Jahr 2012 ca. 75,7 Milliarden Personenkilometer im öffentlichen Straßennetz und ca. 404 Milliarden Personenkilometer im öffentlichen Eisenbahnnetz zurückgelegt. (MIC, 2014; MIC, 2015) Verantwortlich für die Erhaltung dieses Verkehrsnetzes ist das **Ministry of Land, Infrastructure, Transportation and Tourism** (MLIT, Ministerium für Land, Infrastruktur, Transport und Tourismus), welches sich aus 16 verschiedenen Abteilungen, darunter u. a. das Straßenverkehrsamt und das Amt für Zivilluftfahrt, zusammensetzt.

Nachfolgend werden das Grundkonzept des japanischen Performance Measurement-Ansatzes, die darin berücksichtigten Performance-Kenngrößen und die Art der Ergebnisdokumentation beschrieben.

#### *Grundkonzept*

Schon in den 1990er Jahren sind in Japan erste Ansätze zu verzeichnen, die Leistung innerhalb der einzelnen Präfekturen zu messen bzw. zu beurteilen. Die zentrale Regierung hingegen zeigte zunächst wenig Interesse an einem **Performance Measurement System**. Erst seit dem Erlass des Government Policy Evaluation Acts (GPEA) im Jahr 2002 wurde das Performance Measurement auf nationaler sowie regionaler Ebene durchgeführt. (AZUMA, 2004; NISHIO ET AL., 2006; TANAKA, 2006; TERABE, 2013; GUDMUNDSSON & FUKUDA, 2013; WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013) Allerdings konnte damals jedes Ministerium selbst über den Detaillierungsgrad des Performance Measurements entscheiden. Das MLIT setzt seit 2003 folgende drei Verfahren ein:

- Policy Assessment,
- Policy Review und
- Policy Check-up.

Bevor eine geplante Strategie im Zuständigkeitsbereich des MLIT umgesetzt wird, wird diese im Rahmen des **Policy Assessments** bewertet. Nach Umsetzung werden die Wirkungen der Strategie anhand des **Policy Reviews** detailliert bewertet. Bereits existierende Transportstrategien werden schließlich in dem jährlichen **Policy Check-up** hinsichtlich ihrer Leistung bzw. Performance überwacht, wobei neben dem Aspekt der Verkehrssicherheit u. a. auch die Wohnqualität von älteren Menschen und den Klimawandel berücksichtigt werden. (GUDMUNDSSON & FUKUDA, 2013)

Um die Projektauswahl und die Projektabwicklung innerhalb Straßenverwaltungen transparenter und effizienter zu gestalten, führte das Straßenverkehrsamt als erste Abteilung des MLIT Performance Measurement ein, welches stark mit dem Qualitätsmanagement-Grundgedanken der kontinuierlichen Verbesserung verbunden ist. Dementsprechend ist das Performance Measurement an den sogenannten **Deming-Zyklus** (Plan-Do-Check-Act) angelehnt. (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013; MLIT, 2014) Abbildung 18 zeigt den PDCA-Zyklus des japanischen Performance Measurement-Ansatzes.

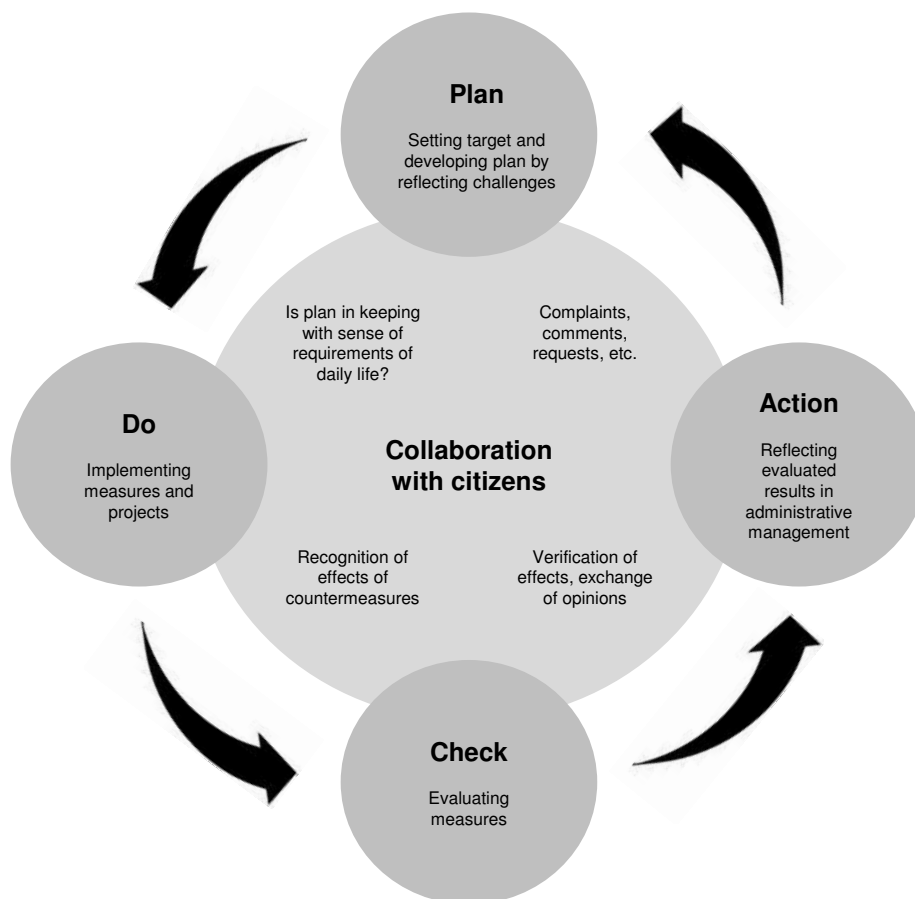


Abbildung 18: PDCA-Zyklus mit Beteiligung der Bürger in Japan (Quelle: in Anlehnung an MLIT, 2014)

Wie in Abbildung 18 dargestellt, werden zunächst die zu erreichenden politischen Ziele anhand von Performance-Kenngrößen festgelegt (Plan). Um diese Ziele zu erreichen, werden von dem MLIT Maßnahmen und Projekte durchgeführt (Do), diese hinsichtlich ihrer Zielerreichung bewertet und die Ergebnisse analysiert (Check). Anschließend werden diese Ergebnisse in der Verwaltungstätigkeit berücksichtigt und ggf. Änderungen innerhalb der Verwaltungstätigkeit vorgenommen (Action). Darüber hinaus wird in allen Elementen des Kreislaufs die Öffentlichkeit in

das Performance Measurement einbezogen. So werden die Bedürfnisse und eventuell vorgebrachte Beschwerden im Rahmen des Ansatzes berücksichtigt. Dies trägt dazu bei, dass die Akzeptanz seitens der Bürger bezüglich der Entscheidungen des MLIT gesteigert werden kann. (MLIT, 2014; MLIT, 2015)

### *Performance-Kenngrößen*

Im Rahmen des Performance Measurements erfolgt eine Überwachung des Verkehrssystems und der Organisationsleistung auf der Grundlage von Performance-Kenngrößen, die von dem MLIT in Zusammenarbeit mit anderen Ministerien, wie bspw. dem Finanzministerium, festgelegt wurden. (MACDONALD ET AL., 2004; CAMBRIDGE SYSTEMATICS ET AL., 2009) Den Kern des Performance Measurements im japanischen Verkehrssektor bilden 21 Kenngrößen aus unterschiedlichen Zielbereichen, die als Leitfaden für das Performance Measurement der einzelnen Präfekturen des Landes dienen (JENTSCH, 2009; CAMBRIDGE SYSTEMATICS ET AL., 2010; CAMBRIDGE SYSTEMATICS ET AL., 2009; WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013). Je nach den regionalen Anforderungen der jeweiligen Präfekturen können zudem Kenngrößen ergänzt werden. So werden bspw. in nördlichen Präfekturen, die einen langen, schneereichen Winter aufweisen, Kenngrößen zum Winterdienst in die Betrachtung mit einbezogen. (JENTSCH, 2009; WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013) In Tabelle 7 sind die 21 Kenngrößen des Performance Measurements in Japan gemeinsam mit ihrem jeweils angesprochenen Zielbereich aufgelistet.

Tabelle 7: Auflistung der Zielbereiche und der dazugehörigen Performance-Kenngrößen im japanischen Verkehrssektor  
(Quelle: CAMBRIDGE SYSTEMATICS ET AL., 2010)

| Zielbereich   | Performance-Kenngrößen |  |
|---|------------------------|--|
| Strengthening of international competitiveness              | 1                      | Ratio of hub airports and ports accessible within 10 minutes from an IC of expressway  |
| Regional self-reliance and strengthening of competitiveness | 2                      | Time loss due to traffic congestion  |
|   | 3                      | Hours of roadwork  |
|   | 4                      | Ratio of main cities in neighboring regions that are connected to each other by an upgraded national road                          |
|   | 5                      | Percentage of people who are able to have a safe and pleasant drive into the city in under 30 minutes                              |
|   | 6                      | Percentage of intersections with information signs having route numbers and route name   |
| Securing safety, assurance                                  | 7                      | Percentage of cities that have rescue routes covering a wide area in the event of disaster   |
|   | 8                      | Percentage of urban areas having disaster prevention issues  |
|   | 9                      | Road traffic accident casualty rate  |
|   | 10                     | Percentage of perpetually closed crossings at which prompt measures have been taken  |
| Creation of affluent living environment                     |                        | Time loss due to closed railroad crossings   |
|   | 11                     | Reduction of CO <sub>2</sub> emission from motor vehicles  |
|   | 12                     | Percentage of barrier-free main roads in the vicinity of passenger facilities with an average daily user volume of more than 5,000 |
|   | 13                     | Percentage of trunk roads in urban areas without telephone poles   |
|   | 14                     | Achievement rate of required limits on nighttime noise   |
|   | 15                     | Rate of NO <sub>2</sub> environmental goal achievement   |
|   |                        | Rate of SPM environmental goal achievement   |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Zielbereich   | Performance-Kenngrößen |  |                         |
|---|------------------------|--|-------------------------|
| Service life extension of existing stock                              | 16                     | Ratio of bridges receiving preventative maintenance    |                         |
|   |                        | Road structure maintenance ratio                       | Bridge                  |
|   |                        |  | Pavement                |
| Effective utilization and functional augmentation of High-way network | 17                     | Ratio of high-standard road usage                      |                         |
|   | 18                     | ETC usage ratio  | Nationwide              |
|   |                        |  | Metropolitan Expressway |
|   |                        |  | Hanshin Expressway      |
| Execution of road measure   | 19                     | Ratio of comprehensive cost reduction of road projects |                         |
|   | 20                     | Level of road user satisfaction                        |                         |
|   | 21                     | Number of website hits                                 |                         |

Legende:

ETC: Electronic Toll Collection

SPM: Suspended Particulate Matter

Anhand der in Tabelle 7 genannten Kenngrößen, wie bspw. die Anzahl der Staustunden, Unterhaltungszustand von Brücken und Straßen sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Kraftfahrzeuge, kann schließlich das Verkehrssystem bewertet werden. Dazu werden die Kenngrößen jährlich erhoben und den Vorjahreswerten gegenübergestellt. Zudem werden Vorgaben zu den zukünftig zu erreichenden Jahreszielen der Kenngrößen getätigt. So wird bspw. in MLIT (2014) angegeben, dass bis 2017 der Prozentsatz von erdbebenresistenten Brücken von 78 % (Stand 2013) auf 82 % erhöht werden soll.

Die Ergebnisse des Performance Measurements werden auch für die Priorisierung von Ausbau- und Neubauprojekten verwendet (CAMBRIDGE SYSTEMATICS ET AL., 2010). Dafür wird z. B. eine netzweite Stauanalyse für nationale Highways durchgeführt. Diese Daten werden auch für die Optimierung der Verkehrssteuerung genutzt. Eine weitere Kenngröße für die Projektpriorisierung ist die Anzahl der Unfälle mit Personenschaden je Abschnitt. (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013)

#### *Veröffentlichung der Ergebnisse*

Im Jahr 2003 veröffentlichte das Road Bureau (Straßenverkehrsamt) als Erstes einen **Performance Plan** für die Straßenverwaltung, welcher die zu erreichenden Leistungsziele für das Haushaltsjahr 2003 enthielt (NISHIO ET AL., 2006). Seitdem wird jeweils zu Beginn eines Haushaltsjahres ein Performance Plan (Arbeitsplan) und zum Ende des Jahres ein **Achievement Report** (Ergebnisbericht) veröffentlicht (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013).

Der Performance Plan und der Achievement Report klassifizieren die Straßenverwaltung nach den gesetzten Zielen und den dazugehörigen Kenngrößen, um die Effektivität ihrer Planungen und Projekte zu analysieren und zu bewerten. Folgende Punkte werden in dem Performance Plan und dem Achievement Report angesprochen:

- Bekanntgabe des Zielerreichungsgrads mit Daten aus den Präfekturen,
- Konzentration auf die Analyse der Wirksamkeit von Planungen und Projekten sowie
- Verlinkung von Neuüberlegungen zu Verbesserungen.

Der Achievement Report enthält neben den Messwerten der einzelnen Kenngrößen auch Aussagen darüber, ob das gewünschte Zielergebnis, das im Jahr zuvor angekündigt wurde, erreicht werden konnte. Zudem werden Ranglisten der Kenngrößen zwischen den Präfekturen erstellt und

---

veröffentlicht, die die Grundlage für die Zuweisung von Haushaltsmitteln sein kann. Darüber hinaus kann die Bekanntgabe des Zielerreichungsgrads dazu beitragen, aus der Sicht der Öffentlichkeit die zuständige bzw. verantwortliche Institution für das jeweilige Ziel offenzulegen.

Das Konzept der Ergebnisorientierung bedeutet, dass ein Erreichen der Ziele, die zuvor angekündigt wurden, analysiert wird und dass die Ergebnisse in künftigen Plänen, Budgets und anderen Aspekten der Verwaltungsführung reflektiert werden. Der Fokus liegt dabei nicht nur auf der Analyse hinsichtlich der Umsetzung numerischer Ziele, sondern auch warum diese nicht erreicht wurden, welche Arten von Methoden wirksam waren und welche Punkte überdacht werden müssen. Verbesserungsmaßnahmen werden ebenfalls untersucht und in den zukünftigen Plänen berücksichtigt, um die numerischen Ziele für das folgende Geschäftsjahr zu erreichen.

Auf Grundlage der Analyseergebnisse werden bestimmte Punkte überdacht und diese in späteren Verbesserungen berücksichtigt. Ein Beispiel hierfür ist die Änderung der Priorität von Projekten nach dem Grad des Verkehrsstaus. (NISHIO ET AL., 2006)

Die Berichterstattung über die Leistungsmessungen im Straßenverkehr auf nationalen und regionalen Ebene wurde nach 2007 unterbrochen. Als Gründe hierfür werden nach TERABE (2013) u. a. die Verringerung der Benzinsteuern im Jahr 2008 sowie der Regierungswechsel in 2009 gesehen. Bedenken über die Gassteuer wurden im Jahr 2009 von einigen politischen Entscheidungsträgern und Bezugsgruppen geäußert. So wurde bspw. kritisiert, dass die von der Benzinsteuern generierten Mittel nicht ordnungsgemäß von dem Straßenverkehrsamt verwendet wurden. Als Ergebnis der Berücksichtigung der Benzinsteuern in der allgemeinen Rechnung im Jahr 2009 konnte festgehalten werden, dass die Finanzierung für die Straßenverkehrsinfrastruktur um 20 Prozent auf das Niveau von vor 20 Jahren zurückgegangen ist. Aufgrund der Kürzung der Mittel war das Straßenverkehrsamt nicht mehr imstande, ein existenzfähiges Performance Measurement zu erhalten. Zudem wurde auch die Auffassung vertreten, dass die Berichterstattung zum Performance Measurement nicht erforderlich sei.

Performance Measurement hat in Japan nicht mehr den Fokus oder die Priorität innerhalb der Regierung, wie noch vor einigen Jahren. Dennoch führte es zu besseren Ergebnissen durch die Verbesserung der Transparenz, Verantwortlichkeit und Motivation (TERABE, 2013).

#### 4.3.3 Schweiz

Die Schweiz, oder auch amtlich die Schweizerische Eidgenossenschaft genannt, gehört mit ihren 8,1 Millionen Einwohnern und einer Gesamtfläche von rund 41.300 km<sup>2</sup> zu den dichter besiedelten Ländern Europas (BFS, 2015A; BFS, 2015B). Um dem Mobilitätsbedürfnis der Einwohner gerecht zu werden, stehen dem öffentlichen Verkehrsnetz ca. 71.500 Straßenkilometer und etwa 5.100 Schienenkilometer zur Verfügung (BFS, 2014; BFS, 2015A). 2013 betrug die Verkehrsleistung im Straßen- und Schienennetz insgesamt 117,2 Milliarden Personenkilometer (BFS, 2015A). Verantwortlich für die Erhaltung und nachhaltige Entwicklung der Infrastruktur in der Schweiz ist das **Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)**. Neben der Infrastruktur stellen die Kommunikations- und Stromnetze sowie die Belange von Umwelt, Raumplanung, Gesundheit und Sicherheit wichtige Aufgabenbereiche des Departements dar. (UVEK, 2015) Organisatorisch ist das Departement in sieben Bundesämter unterteilt, darunter u. a. das **Bundesamt für Straßen (ASTRA)** und das **Bundesamt für Verkehr (BAV)**. Der Aufgabenbereich des BAV umfasst neben dem Ausbau und der Finanzierung der Bahninfrastruktur auch die Infrastruktur für Seilbahnen, Sessellifte, Busse und Schiffe (BAV, 2015), wohingegen der

Bau und der Betrieb eines funktionierenden, umweltverträglichen und sicheren Nationalstraßennetzes<sup>15</sup> in den Aufgabenbereich des ASTRA fällt (ASTRA, 2015).

Neben dem Bundesamt für Straßen und dem Bundesamt für Verkehr stellt der Schweizerische **Verband der Straßen- und Verkehrsfachleute** (VSS) eine weitere Institution für das Straßen- und Verkehrswesen dar. Dieser Verband kann von Rechtswegen als ein Verein angesehen werden, welcher sich aus Fachleuten, Firmen und Institutionen des privaten und öffentlichen Sektors zusammensetzt. (VSS, 2015). Der VSS ist dabei nach Gremien strukturiert und ähnelt somit der Gremienstruktur der FGSV in Deutschland (vgl. Kapitel 3.2.2). Die sechs sogenannten Fachkommissionen des VSS sind in Tabelle 8 aufgeführt, welche durch insgesamt 43 Normierungs- und Forschungskommissionen weiter untergliedert sind.

Tabelle 8: Fachkommissionen des Schweizerischen Verbandes der Straßen- und Verkehrsfachleute (VSS, Quelle: VSS, 2014b)

| Fachkommissionen |                             |
|------------------|-----------------------------|
| FK 1             | Verkehr                     |
| FK 2             | Projektierung               |
| FK 3             | Baustoffe                   |
| FK 4             | Bau- und Geotechnik         |
| FK 5             | Betrieb                     |
| FK 6             | Agglo- und Stadtverkehr, ÖV |

Seit der Gründung im Jahr 1913 ist das vorrangige Ziel des VSS der Bau, der Betrieb und der Rückbau zweckmäßiger und standardisierter Verkehrsinfrastrukturen. Um dieses Ziel zu erreichen, initiiert und begleitet der VSS Forschungsprojekte, deren Ergebnisse anschließend ebenfalls durch den VSS veröffentlicht werden. Darüber hinaus erarbeitet und betreut der VSS im Auftrag des Bundes das **Normenwerk im Straßen- und Verkehrswesen**. (VSS, 2015)

Dieses Normenwerk spiegelt den Stand der Technik wider und setzt sich aus Normen zusammen, die zum einen Teil als Empfehlung zu verstehen sind und zum anderen Teil durch die Regierung als verbindlich erklärt wurden. So gelten vor allem die Normen aus dem Bereich der Verkehrstechnik, wie z. B. die Norm für die Signalisation des Langsamverkehrs<sup>16</sup> (SN 640829a:2006-02) und die Norm für Markierungen für blinde und sehbehinderte Fußgänger (SN 640852:2005-05), als Weisung des Departements.

Um die Qualität des Normenwerks zu gewährleisten und weiterhin zu verbessern, setzte sich der VSS gemäß LEEB (2015A) folgende Ziele:

- Reduzierung der Normenvielfalt,
- Erhöhung des Aktualitätsgrads der Normen und
- Sicherstellung einer hohen Qualität der Normen.

Als erster Schritt zur Erreichung der genannten Ziele wurden im Jahr 2014 die Richtlinien für den **Qualitäts- und Bedürfnisnachweis** für neue und zu überarbeitende Normen erarbeitet. So soll laut dem Bedürfnisnachweises das Normenwerk kontinuierlich aktualisiert und dessen Ausrichtung auf die Praxisbedürfnisse abgestimmt werden. Dabei besteht der Bedürfnisnachweis aus einer Überprüfung, ob eine neue Norm oder die Überarbeitung einer bereits bestehenden Norm

<sup>15</sup> In der Schweiz umfassen Nationalstraßen vom Bund betriebene Straßen wie Autobahnen, Autostraßen oder Hauptstraßen.

<sup>16</sup> Unter dem Begriff Langsamverkehr wird in der Schweiz der nicht motorisierte Verkehr umschrieben.

---

notwendig und dringlich ist. Diese Überprüfung erfolgt mittels festgelegter Kriterien. Z. B. ist der Nachweis zu erbringen, dass zu dem jeweiligen Themengebiet noch keine entsprechende Publikation existiert. (VSS, 2014A) Der Qualitätsnachweis hingegen soll das Normenwerk auf einem hohen fachlichen und praxisorientierten Niveau halten. Gegenstand des Qualitätsnachweises ist einerseits die Schlussprüfung durch die zuständige Fachkommission, Freigabe zur Veröffentlichung durch die Koordinationskommission und andererseits die Erfüllung von festgelegten Qualitätsanforderungen (VSS, 2014C; LEEB, 2015A). Die Qualitätsanforderungen unterteilen sich dabei in fachtechnische Anforderungen, wie bspw. bezüglich der technischen Richtigkeit von Produkten, Dienstleistungen und Prozessen sowie die Kennzeichnung von Grenz- und Richtwerten, und in formelle Anforderungen, wie bspw. bezüglich eines einheitlichen Layouts und der Darstellung aller Querverweise zu anderen Normen. Im Ergebnis entscheidet der Qualitätsnachweis darüber, ob die jeweilige betrachtete Norm zur Veröffentlichung freizugeben oder ob sie zur Überarbeitung an die betreffende Fachkommission zurückgegeben wird. (VSS, 2014C)

Darüber hinaus war im Jahr 2015 innerhalb des VSS die Einführung eines **Qualitätssicherungs-Systems mit Zertifizierung** geplant. Die Zertifizierung des VSS soll dabei auf der Grundlage von DIN EN ISO 9001:2015-11 durchgeführt werden und in diesem Zuge alle Prozesse in Normierung und Forschung genau beschrieben werden. (VSS, 2014B; LEEB, 2015A; LEEB, 2015B)

#### 4.3.4 Vereinigte Staaten von Amerika

Die durch die Unterzeichnung der Unabhängigkeitserklärung im Jahr 1776 gegründeten Vereinigten Staaten von Amerika sind mit ihren rund 321,1 Millionen Einwohnern und einer Gesamtfläche von mehr als 9,1 Millionen km<sup>2</sup> einer der größten Staaten der Welt (U.S. CENSUS BUREAU, 2015). Die Vereinigten Staaten von Amerika sind derzeit ein 50 Bundesstaaten umfassender demokratischer Staat. Die Mobilität des Staates ist durch den Individualverkehr geprägt, wie ein Vergleich der Verkehrsleistungen im Straßen- und Schienennetz zeigt. Im Jahr 2013 wurden etwa 6,9 Billionen Personenkilometer im Straßenverkehr zurückgelegt, wohingegen lediglich rund 63 Milliarden Personenkilometer dem Schienenverkehr zugeordnet werden können (U.S. DOT, 2013A). Dies spiegelt sich auch in der Länge des Straßen- und Schienennetzes wider. Das Straßennetz der Vereinigten Staaten von Amerika weist eine Länge von über 6,6 Millionen km und das Schienennetz eine Länge von 225.400 km auf (U.S. DOT, 2013B; U.S. DOT, 2015B).

Für die Gewährleistung eines sicheren und effizienten Verkehrssystems ist in den Vereinigten Staaten von Amerika das **U.S. Department of Transportation** (U.S. DOT, Verkehrsministerium) verantwortlich, welches im Jahr 1966 gegründet wurde (U.S. DOT, 2015A). Das U.S. DOT ist dabei in zwölf Behörden unterteilt, zu denen u. a. die **National Highway Traffic Safety Administration** (NHTSA) und die **Federal Highway Administration** (FHWA) gehören. Die NHTSA wurde im Jahr 1970 auf der Grundlage des Highway Safety Acts eingerichtet (NHTSA, 2015), um die Verkehrssicherheit auf den amerikanischen Straßen zu verbessern. Dazu setzt das NHTSA Sicherheitsstandards für Kraftfahrzeuge sowie deren Ausstattung und fördert durch Zuschüsse die Durchführung von sicherheitsrelevanten Projekten innerhalb der einzelnen Bundesstaaten (U.S. DOT, 2015A). Das FHWA wurde im Jahr 1966 gegründet und hat seither die Aufgabe, die Bundesstaaten bei dem Entwurf, Bau und Erhaltung des Straßennetzes bspw. durch finanzielle Mittel zu unterstützen (FHWA, 2015).

Darüber hinaus besitzt jeder Bundesstaat der Vereinigten Staaten von Amerika sein eigenes **Department of Transportation** (DOT), da jeder Bundesstaat ein eigenes unabhängiges politisches System mit einer eigenen Verfassung darstellt.

Des Weiteren wurde im Jahr 1914 die **American Association of State Highway and Transportation Officials** (AASHTO) gegründet, welche einen gemeinnützigen Zusammenschluss



der Verkehrsministerien der 50 Bundesstaaten, dem District of Columbia und Puerto Rico darstellt. Die Organisation mit Sitz in Washington, D.C. ist zuständig für die Luftfahrt, die Straßen, die Wasserwege, den Schienenverkehr und den öffentlichen Nahverkehr. Das oberste Ziel ist es, den Entwurf, den Betrieb und die Erhaltung eines integrierten nationalen Verkehrssystems zu fördern. (AASHTO, 2015) Die AASHTO ist dabei durch eine Gremienstruktur organisiert, die in Tabelle 9 dargestellt ist.

Tabelle 9: Gremien der American Association of State Highway and Transportation Officials (Quelle: AASHTO, 2015)

| Gremien der AASHTO  |
|---|
| Special Committee on Intermodal Transportation and Economic Expansion |
| Special Committee on Joint Development                                |
| Special Committee on Transportation Security and Emergency Management |
| Standing Committee on Aviation  |
| Standing Committee on the Environment                                 |
| Standing Committee on Finance and Administration                      |
| Standing Committee on Highway Traffic Safety                          |
| Standing Committee on Highways  |
| Standing Committee on Performance Management                          |
| Standing Committee on Planning  |
| Census Transportation Planning Products Program                       |
| Standing Committee on Public Transportation                           |
| Standing Committee on Rail Transportation                             |
| Standing Committee on Research  |
| Standing Committee on Water Transportation                            |

Nachfolgend werden das Grundkonzept des Performance Measurements bzw. Managements in den Vereinigten Staaten von Amerika, die darin enthaltenen Performance-Kenngrößen und die Art der Ergebnisdokumentation erläutert.

#### *Grundkonzept*

In den letzten drei Jahrzehnten fand in den Vereinigten Staaten von Amerika das **Performance Measurement** im Verkehrswesen immer weiter Verbreitung und wird nun fast flächendeckend in den einzelnen Bundesstaaten angewendet (vgl. AASHTO, 2007; CAMBRIDGE SYSTEMATICS & HIGH STREET CONSULTING GROUP, 2010B; MOLENAAR & NAVARRO, 2011; TRB, 2011; FHWA, 2013A). Der Grund hierfür ist vor allem in dem Erlass des **Government Performance and Results Acts** (GPRA) im Jahre 1993 zu sehen (SHAW, 2003; POISTER, 2005; KARLAFTIS & KEPAPTSOGLU, 2012; WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013). Zweck dieses Bundeserlasses war zum einen die Verbesserung des Vertrauens des amerikanischen Volkes in die Fähigkeit der Verwaltungen und Regierung und zum anderen die Verbesserung der Effektivität der Bundesprogramme und öffentlichen Verantwortung durch die Fokussierung auf Ergebnisse, Servicequalität und Kundenzufriedenheit. Zudem wurden durch den Erlass zahlreiche Projekte angestoßen, deren Gegenstand die Festlegung von Zielen, Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele und die öffentliche Berichterstattung über die Fortschritte war. (GPRA, 1993) Als Folge dessen führte das FHWA die folgenden Schritte basierend auf GAO (1996) auf nationaler Ebene ein:

- Festlegung eines Leitbildes und von Zielen (einschließlich ergebnisbezogener Ziele),
- Messung der Leistung bzw. der Performance,
- Veröffentlichung der Informationen zur Performance und
- Verfestigung eines leistungsbasierten Managements.

(SHAW, 2003)

Dabei definiert das FHWA **Performance Management** als einen strategischen Ansatz, der Systeminformationen nutzt, um finanzielle und politische Entscheidung so zu treffen, dass die nationalen Leistungsziele erreicht werden können (FHWA, 2015). Damit stellt das Performance Management innerhalb der Verkehrsbehörden (Departments of Transportation - DOT) eine Verbindung zwischen den organisatorischen Zielen und den verwendeten Ressourcen sowie die erzielten Ergebnissen dar. In den vergangenen Jahren haben immer mehr DOT in den Vereinigten Staaten von Amerika die Prinzipien des Performance Managements angewendet, um die Effektivität all ihrer Aufgaben zu planen, zu priorisieren, zu verfolgen und zu verbessern. (CEMPEL, 2010) Um die grundlegenden Performance-Management-Prinzipien zu veranschaulichen, wurde ein Konzept entwickelt, welches alle kritischen Aufgaben und Arbeitsabläufe eines DOT integriert. (CAMBRIDGE SYSTEMATICS, 2009; CEMPEL, 2010) Dieses Konzept des Performance Managements kann dabei grundsätzlich in die Bereiche strategische Planung, Performance Management(system) und Berichterstattung unterteilt werden, wie in CAMBRIDGE SYSTEMATICS & HIGH STREET CONSULTING GROUP (2010B) dargestellt. Diese drei Bereiche sind eng miteinander verbunden und werden daher in den meisten DOT nur gekoppelt betrachtet. Abbildung 19 zeigt den Zusammenhang zwischen den oben genannten Bereichen, die durch die Interessen der Kunden, die technischen Anforderungen sowie die Grundsätze der Fiskalverantwortung und der Effizienz geprägt werden.

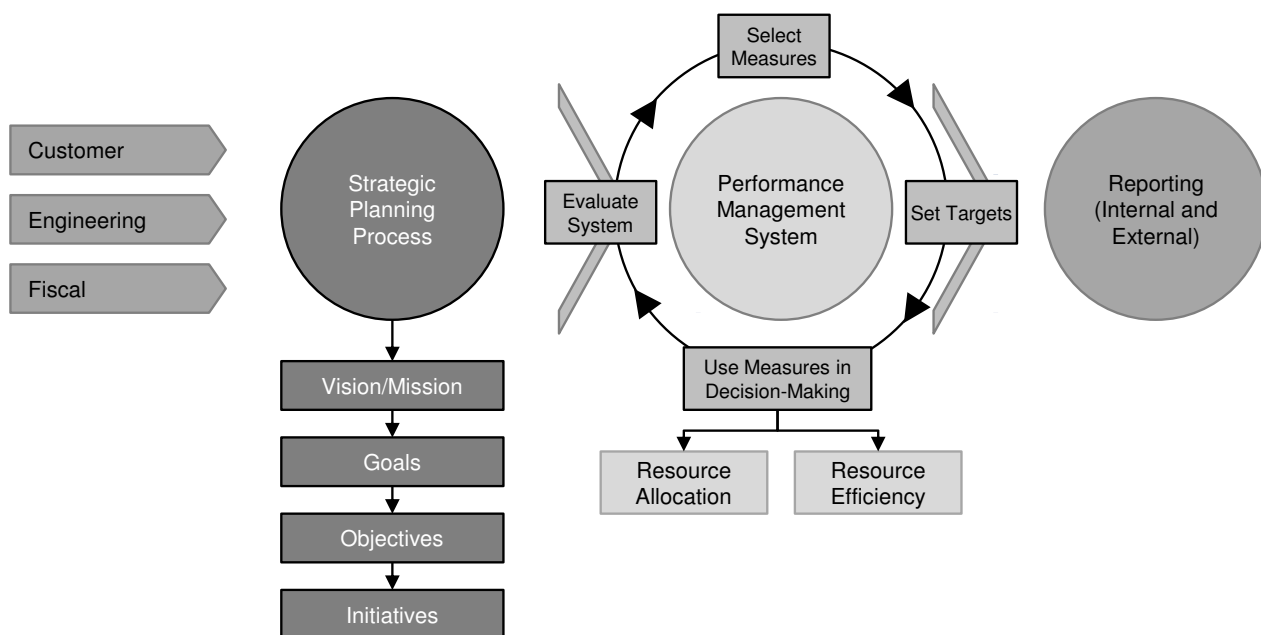


Abbildung 19: Konzept des Performance Managements (Quelle: CAMBRIDGE SYSTEMATICS & HIGH STREET CONSULTING GROUP, 2010B)

Im Rahmen der strategischen Planung wird zunächst das Leitbild des jeweiligen DOT festgelegt. Darauf aufbauend wird eine Reihe von politischen Zielen definiert, welche die gewünschte Ausrichtung des DOT sowie das Umfeld, in dem die Behörde agiert, widerspiegeln. So haben einige DOT Ziele für das Verkehrssystem definiert, welche u. a. den Level of Service, den Straßenzustand oder Umweltkennwerte darstellen. (CAMBRIDGE SYSTEMATICS & HIGH STREET CONSULTING GROUP, 2010B; CAMBRIDGE SYSTEMATICS ET AL., 2010)

---

Das Performance Managementsystem stellt dagegen einen Kreislauf dar, dessen vier Komponenten ständig durchlaufen werden. Dabei werden geeignete Performance-Kenngrößen von den DOT ausgewählt, welche die gesetzten Ziele des DOT reflektieren und den Fortschritt zur Zielerreichung überwachen sollen. Diese beinhalten bspw. Unfallraten, Luftqualität oder Kundenzufriedenheit (CAMBRIDGE SYSTEMATICS, 2009; CAMBRIDGE SYSTEMATICS & HIGH STREET CONSULTING GROUP, 2010A; CAMBRIDGE SYSTEMATICS ET AL., 2010; WENNICK, 2011) Als Auswahlkriterien spielen u. a. die Ausführbarkeit und der Nutzen für die Entscheidungsfindung der Performance Measures eine besondere Rolle. (CAMBRIDGE SYSTEMATICS ET AL., 2010) Anschließend werden operative bzw. quantifizierbare Ziele identifiziert, welche einen Zeitpunkt beinhalten, an dem das DOT alle oder nur einen Teil seiner gesetzten Ziele erreicht haben sollte. (CAMBRIDGE SYSTEMATICS, 2009; CAMBRIDGE SYSTEMATICS & HIGH STREET CONSULTING GROUP, 2010A; CAMBRIDGE SYSTEMATICS ET AL., 2010; WENNICK, 2011) Diese Zeitpunkte setzen einen Performance Level für jede organisatorische Maßnahme fest, wie bspw. die Erreichung einer Reduzierung von Verkehrstoten um 25 % bis zum Jahr 2030 (CAMBRIDGE SYSTEMATICS ET AL., 2010). Die dritte Komponente stellt die Verwendung der Messungen bei der Entscheidungsfindung dar. So können basierend auf der Performance Messung Ressourcen bezüglich Zeit und Finanzmittel zugewiesen werden, was wiederum eine höhere Ausgeglichenheit und Rechenschaftspflicht bei der Mittelvergabe gewährleistet. Anschließend soll das Managementsystem selbst regelmäßig bewertet und bei Bedarf aktualisiert werden. (CAMBRIDGE SYSTEMATICS & HIGH STREET CONSULTING GROUP, 2010B)

Schließlich werden die gewonnenen Erkenntnisse zur Performance der einzelnen DOT im Zuge der Berichterstattung der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Dies führt bspw. dazu, dass die Glaubwürdigkeit und Rechenschaftspflicht zwischen den DOT und ihren Wahlkreisen sowie die Transparenz der Ressourcenverwendung gegenüber dem Gesetzgeber, Interessengruppe und Öffentlichkeit erhöht werden kann. (CAMBRIDGE SYSTEMATICS & HIGH STREET CONSULTING GROUP, 2010B)

Das in Abbildung 19 dargestellte Performance Management-Konzept wird bereits in den meisten DOT der Vereinigten Staaten von Amerika angewendet, dennoch sind diese Bemühungen noch nicht gänzlich in die Planung und Programmgestaltung des Verkehrssystems integriert. So wurde das sogenannte „**Performance-based planning and programming**“ (PBPP) entwickelt, welches die Prinzipien des Performance Managements sowie die bestehenden Planungs- und Programmgestaltungsprozesse innerhalb der DOT vereint (GRANT ET AL., 2013). In Abbildung 20 ist das Konzept des Performance-based planning and programming dargestellt.

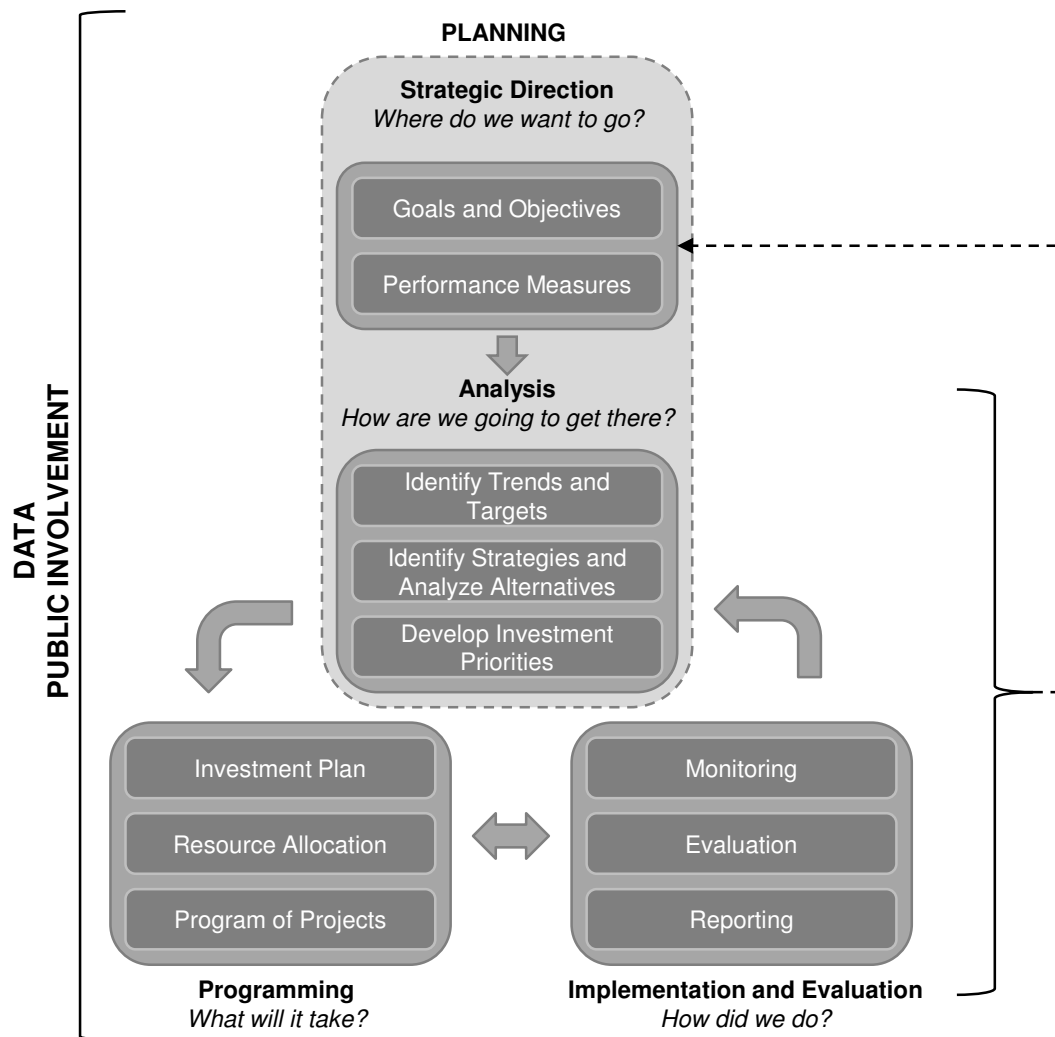


Abbildung 20: Konzept des Performance-based planning and programmings (Quelle: GRANT ET AL., 2013)

Das Konzept des Performance-based planning and programmings lässt sich in die Elemente Planung, Programmgestaltung sowie Umsetzung und Bewertung unterteilen. Im Rahmen der Planung ist die strategische Ausrichtung des DOT mittels der Festlegung von strategischen Zielen und Durchführung von Performance Measures darzulegen. Auf der Grundlage der Performance-Daten sind Analysen durchzuführen, um operative Ziele und Strategien zur Zielerreichung zu identifizieren sowie Prioritäten im Bezug auf die finanzielle Aufwendung festzulegen. Die Erkenntnisse bzw. die Ergebnisse der Planung fließen schließlich in die Programmgestaltung ein. Dazu wird von dem DOT ein Finanzplan aufgestellt, der die Ressourcen entsprechend der zu erwartenden Performance den Strategien zuweist und diese somit priorisiert. Teil der Umsetzung und Bewertung sind zum einen die Überwachung und Bewertung der umgesetzten Strategien bezüglich ihrer Effektivität und zum anderen die Berichterstattung über die Performance des Verkehrssystems sowie die Effektivität der Strategien gegenüber dem Gesetzgeber, den Akteuren und der Öffentlichkeit. (GRANT ET AL., 2013)

Der wesentliche Unterschied des "Performance Measurements" zu dem in dieser Arbeit vertretenen Verständnis von Qualitätsmanagement besteht darin, dass sich das „Performance Measurement“ in den USA vor allem auf die Ergebnisse konzentriert und weniger auf die Prozesse. Durch die Leistungsmessung und Veröffentlichung entsteht bei den Beteiligten eine starke Anreizwirkung zur Verbesserung und damit zu einem stärker koordinierten Qualitätsmanagement.

### *Performance-Kenngrößen*

In den letzten Jahrzehnten wurden einige Anstrengungen in Forschung und Praxis unternommen, um geeignete Kriterien und Messgrößen für die verschiedensten Aufgaben bei der Planung, dem Bau, dem Betrieb und der Erhaltung des Verkehrssystems zu definieren (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013). So befassen sich zahlreiche Publikationen der AASHTO, des FHWA und des National Cooperative Highway Research Programs (NCHRP) mit Performance-Kenngrößen, welche entweder den gesamten Straßenverkehrssektor (vgl. CAMBRIDGE SYSTEMATICS, 2000), den Betrieb von Autobahnen (vgl. SHAW, 2003) oder das Asset Management von Straßen (vgl. CAMBRIDGE SYSTEMATICS ET AL., 2006) betreffen.

CAMBRIDGE SYSTEMATICS (2000) enthält eine Zusammenstellung der Performance-Kenngrößen, die in den Vereinigten Staaten von Amerika Berücksichtigung finden. Entsprechend der Zielvorstellung der einzelnen DOT können die Performance-Kenngrößen in die folgenden Kategorien gegliedert werden:

- Accessibility,
- Mobility,
- Economic Development,
- Quality of Life,
- Environmental and Resource Conservation,
- Safety,
- Operational Efficiency und
- System Condition and Performance.

Die Performance-Kenngrößen gelten dabei für alle Verkehrsträger und stellen daher auch Kenngrößen für die Verkehrssysteme des Schienen- und Luftverkehrs dar. In Tabelle 10 sind beispielhaft einige Performance-Kenngrößen entsprechend ihrer Kategorie aufgeführt.

Tabelle 10: Beispiele für Performance-Kenngrößen (Quelle: CAMBRIDGE SYSTEMATICS, 2000)

| Kategorie                               | Beispiel für Performance-Kenngrößen                        |
|---|--|
| Accessibility                           | Average travel time from facility to destination (by mode) |
|   | ...  |
| Mobility                                | Total VMT (vehicle miles travelled)                        |
|   | ...  |
| Economic Development                    | Economic costs of pollution                                |
|   | ...  |
| Quality of Life                         | Tons of pollution (or vehicle emissions) generated         |
|   | ...  |
| Environmental and Resource Conservation | Fuel consumption per VMT                                   |
|   | ...  |
| Safety                                  | Number of accidents per year                               |
|   | ...  |
| Operational Efficiency                  | Public cost for transportation system                      |
|   | ...  |
| System Condition and Performance        | Percent of lane-miles by pavement condition                |
|   | ...  |

---

In SHAW (2003) wurden mehr als 70 Performance-Kenngrößen identifiziert und bewertet. Kenngrößen, welche Auskunft über die Erfahrungen der Reisenden geben, wie bspw. die Reisezeit, Geschwindigkeit und Verlustzeiten, scheinen besonders gut geeignet für den Betrieb, wohingegen abgeleitete Kenngrößen (z. B. Anteil des gestauten Verkehrsnetzes) nützlich für Entscheidungsträger sind. Zudem wurde festgehalten, dass Kenngrößen, wie z. B. die Verkehrsstärke, von besonderer Bedeutung sind, da diese einfach zu erheben und zu präsentieren seien.

Damit die Performance-Kenngrößen eine solide und zuverlässige Entscheidungsgrundlage für die DOT darstellen, ist besondere Sorgfalt und Genauigkeit bei der Erhebung der Kenngrößen geboten. Dazu wurde bspw. im Jahr 1978 das Highway Performance Monitoring System (HPMS) entwickelt. Mit dem zunächst als Datenbank für das nationale Autobahnverkehrsnetz entwickelten HPMS werden heutzutage Performance-Daten für die Bewertung des Autobahnnetzes im Rahmen der strategischen Planung und Performance-Berichterstattung des U.S. DOT und der FHWA erhoben. (FHWA, 2014) Die technischen Details der Datenerhebung und die Anforderungen an die Berichterstattung für das HPMS sind in dem „HPMS Field Manual“ (vgl. FHWA, 2014) näher beschrieben und werden in dieser Arbeit nicht weiter vertieft.

### *Veröffentlichung der Ergebnisse*

Die Berichterstattung bzw. das Reporting im Rahmen des Performance Managements erfolgt auf einer internen und externen Ebene. Das interne Reporting bezieht sich auf organisatorische und technische Details innerhalb der einzelnen DOT der Bundesstaaten, wie z. B. den Zusammenhang zwischen den Performance-Kenngrößen und den einzelnen Maßnahmen innerhalb ihrer Programmtätigkeiten (FHWA, 2013B). Der Fokus liegt dabei auf der Art und Weise, wie die Performance-Ergebnisse verbessert werden können, wohingegen bei dem externen Reporting der Schwerpunkt in der Präsentation der Ergebnisse für die Öffentlichkeit zu sehen ist.

Einen wesentlichen Baustein des internen Reportings stellt der **Strategic Plan** dar, welcher jährlich von dem einzelnen DOT erstellt wird. Dieser beinhaltet neben dem Leitbild und den langfristigen Zielen der Behörden auch die Maßnahmen bzw. die Strategien zur Zielerreichung und Ansätze zur Überwachung deren Fortschritts. Zudem soll der Strategic Plan den Kontext für die getroffenen Entscheidungen bezüglich der Performance-Ziele, der Prioritäten bei der Strategieumsetzung und der strategischen Ressourcenplanung darlegen. (OMB, 2015)

Der Strategic Plan ist schließlich die Grundlage für die Aufstellung des **Annual Performance Plans** der DOT, in dessen Rahmen strategische und operative Ziele aus den festgelegten langfristigen Zielen abgeleitet werden. Gegenstand des Annual Performance Plans sind zum einen die zu erreichenden Performance-Levels der einzelnen Ziele, die innerhalb des Jahres, in dem der Plan eingereicht wurde, und des darauffolgenden Finanzjahres erreicht werden sollen. Zum anderen ist von den DOT klar darzulegen, auf welche Art und Weise die Ziele erreicht werden sollen, indem die einzelnen Maßnahmen beschrieben und Meilensteine zur Erreichung dieser Ziele festgelegt werden. Der Annual Performance Plan unterstützt somit die einzelnen DOT bei dem Haushaltsantrag. (OMB, 2015)

Wie der Strategic Plan dient auch der Annual Performance Plan grundsätzlich dem internen Reporting. Da allerdings beide Dokumente u. a. auf den Internetauftritten von dem U.S. DOT und der AASHTO für die Öffentlichkeit frei zugänglich sind (vgl. U.S. DOT, 2014B; AASHTO, 2015), können diese auch dem externen Reporting zugeordnet werden. Komplementiert wird das Dokumentationskonzept durch den **Annual Performance Report**, der die nach GPRA (1993) geforderten Informationen bezüglich der Performance der einzelnen Programme enthält (U.S. DOT, 2015). So werden die Ergebnisse der Performance-Ziele und Performance-Kenngrößen, die in dem Strategic Plan und Annual Performance Plan beschrieben wurden, sowie der Stand der Zielerreichung im Rahmen des Dokuments veröffentlicht (vgl. U.S. DOT, 2014A). Zudem wurde im

Bundesstaat Washington ein umfassendes Veröffentlichungskonzept ("Performance Journalism", umgesetzt als "The Gray Notebook") umgesetzt, in dessen Rahmen Berichte vierteljährlich herausgegeben werden und jeweils über 100 Seiten umfassen (vgl. WSDOT, 2015).

Darüber hinaus wurde in FHWA (2013A) ein Model für ein **Performance Reporting System** vorgestellt, das eine Hilfestellung zur Erstellung eines externen Performance Reports im Verkehrsbereich darstellen soll. Dazu wurden die wesentlichen Inhalte eines Performance Reports, wie z. B. die Beschreibung der spezifischen Ziele und der organisatorischen Struktur, zusammengestellt. In FHWA (2013A) wurde die schrittweise Umsetzung des Performance Reports als eine Internetplattform beschrieben. Die webbasierte Veröffentlichung der Ergebnisse von Performance-Messungen wird bereits seit Jahren von den DOT einiger Bundesstaaten durchgeführt. So stellen bspw. die DOT der Bundesstaaten Alaska, Georgia, Idaho, North Carolina, South Carolina und Virginia ihre Performance-Ergebnisse hinsichtlich der Kategorien Verkehrsablauf, Sicherheit und Finanzen über Online-Dashboards bereit, die in Form einer Geschwindigkeitsanzeige visualisiert werden (CAMBRIDGE SYSTEMATICS & HIGH STREET CONSULTING GROUP, 2010B; FHWA, 2013A). In Abbildung 21 ist ein Ausschnitt des Performance Dashboards des DOT von Idaho dargestellt.

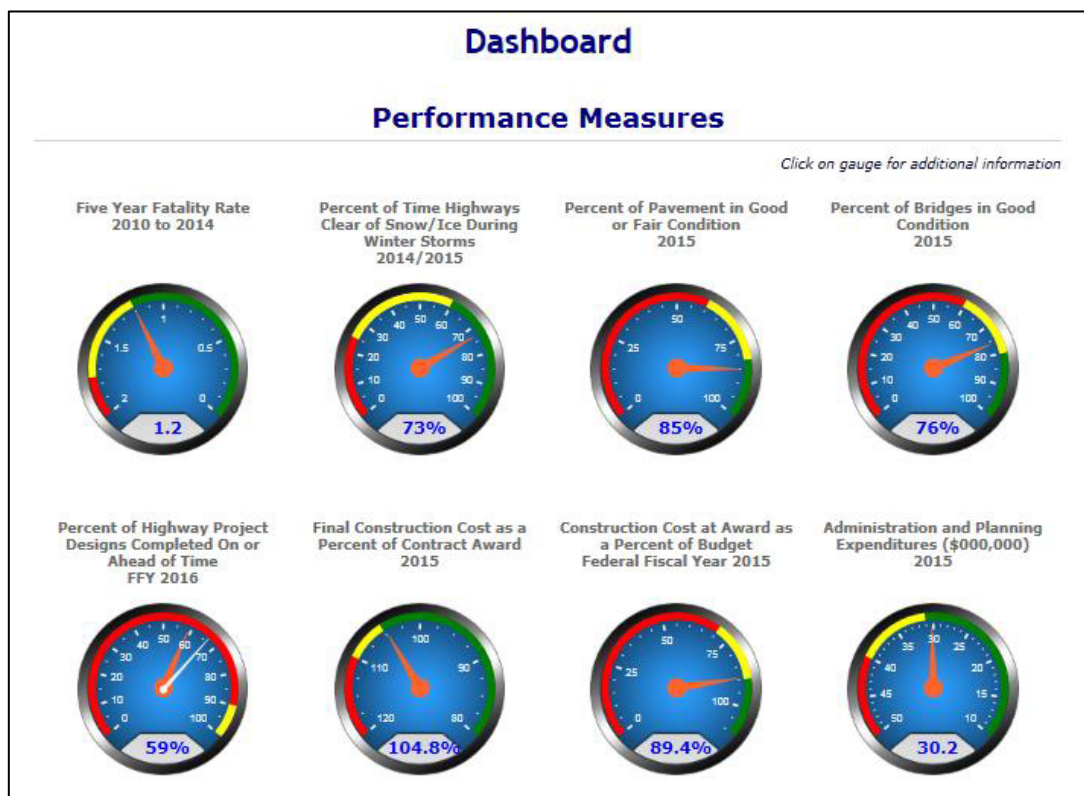


Abbildung 21: Ausschnitt des Dashboards des Idaho DOT, Stand April 2016 (Quelle: ITD, 2016)

Diese Art der Darstellungsweise ermöglicht eine einfache und übersichtliche Präsentation der Performance-Ergebnisse innerhalb des jeweiligen Bundesstaates. Zudem sind den einzelnen Geschwindigkeitsanzeigen Informationen über das angesprochene Ziel, das es zu erreichen gilt, die Erhebungsart der Performance sowie Ganglinien über den Verlauf der Performance in den letzten zehn Jahren hinterlegt.

---

#### 4.3.5 Beispiel Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung

##### *Australien*

Lichtsignalanlagen regeln seit 1928, als die erste Lichtsignalanlage in Melbourne in Betrieb genommen wurde, den Straßenverkehr in Australien. Seither haben die Steuerung sowie der Betrieb der Lichtsignalanlage zahlreiche Entwicklungen erfahren. So wurden neben der Koordinierung die Fußgängersignale „Walk“ und „Don't Walk“ sowie Blinklichter, wie z. B. bei Fußgängersignalanlagen, eingeführt. (UNDERWOOD, 1990) Darüber hinaus wurde im Jahr 1975 das **Sydney Coordinated Adaptive Traffic System** (SCATS) von der Road and Traffic Authority (RTA) entwickelt, das komplett automatisiert den Verkehrsfluss im Straßennetz optimiert. (UNDERWOOD, 1990; YUE ET AL., 1999; MACDONALD ET AL., 2004; NSW GOVERNMENT, 2011) Aufgrund seiner Zuverlässigkeit und Effektivität findet SCATS mittlerweile nicht nur in Australien weite Verbreitung (YUE ET AL., 1999), sondern wird u. a. auch in Europa, China und Teilen der Vereinigten Staaten von Amerika eingesetzt.

In den australischen Regelwerken wurde die Lichtsignalanlage erstmalig im Jahr 1940 aufgegriffen, als die **Standard Association of Australia** (SAA) den britischen Standard „Specification for Traffic Signals“ an die australischen Gegebenheiten angepasst und somit eine Norm für Australien geschaffen hat. (UNDERWOOD, 1990) Seither wurden einige Normen in Australien veröffentlicht, welche sich mit Lichtsignalanlagen und ihren Ausstattungselemente beschäftigen. So beschreibt AS 1742.14:2014 u. a. die Möglichkeiten der Lichtsignalanzeigen sowie das Design und die Installation der einzelnen Ausstattungselemente der Lichtsignalanlage. Zudem befassen sich weitere Normen mit den Ausstattungselementen, wie bspw. dem Steuergerät (vgl. AS 2578:2009), den Signalleuchten (vgl. AS 2144:2014; AS 2700S-2011 (G16)), den benötigten Kabelverbindungen (vgl. AS/NZS 2276.1:2004; AS/NZS 2276.3:2002) und den Signalmasten (vgl. AS 2339:1997; AS 2979:1998). Transportable Lichtsignalanlagen, wie sie bspw. bei Baustellen im Straßenverkehr zum Einsatz kommen, werden in AS 4191:1994 behandelt.

Aussagen hinsichtlich der Steuerung von Lichtsignalanlagen werden im Rahmen der Normen der Standard Australia nicht gegeben. Dazu ist zum einen RTA (2008) zu nennen, das die Planung und Realisierung von Lichtsignalanlagen unterstützen soll. So sind u. a. Hinweise zum Knotenpunktlayout, zur Einteilung der Signalgruppen, zu den Detektoren und dem Steuergerät formuliert. Zum anderen wurde von Austroads der „**Guide to Traffic Management**“ herausgegeben, welcher im Rahmen der Teile „Traffic Operations“ und „Intersections, Interchanges and Crossings“ Hilfestellung bei der Konfiguration und dem Betrieb von Lichtsignalanlagen und ihrer Bestandteile (z. B. Steuergerät und Detektor) gibt (vgl. AUSTROADS, 2013C; AUSTROADS, 2014C). So wird neben Hinweisen zur Phaseneinteilung und Signalzeiten auch die Empfehlung zur periodischen Überprüfung der Lichtsignalanlage gegeben, damit diese sich an mögliche Veränderungen im Verkehr oder der Umwelt anpasst (z. B. erhöhte Verkehrsnachfrage). Zudem wird in AUSTROADS (2014C) zum einen das Feedback der Verkehrsteilnehmer angeregt, das Rückschluss auf die angemessene Funktionsweise der Phaseneinteilung und der Signalzeiten geben kann. Zum anderen ist die Meinung des Wartungspersonals und anderer Verkehrsexperten einzuholen, um Probleme zeitnah zu identifizieren und gewährleisten zu können, so dass die Lichtsignalanlage weiterhin so effizient wie möglich zu betrieben wird. Dazu empfiehlt AUSTROADS (2014C) auch eine Überprüfung in Form von Audits, die von einem Routine-Check des Betriebs bis hin zu einer umfassenden Überprüfung bedingt durch bspw. signifikante Veränderungen an dem Straßennetz, reichen. Darüber hinaus benennt AUSTROADS (2014C) die vier wesentlichen Komponenten bei der Wartung von Lichtsignalanlagen:

- schnelle und akkurate Meldung von Fehlern,
- schnelle Reaktion auf gemeldete Fehler,
- vorbeugende Wartung und
- Austausch der Lampen.



---

Weiterhin werden im Teil „Traffic Control and Communication Devices“ des „Guides to Traffic Management“ u. a. Details zu den Anzeigen und der Anordnung der Signalgeber sowie Ablauf der Signalbilder beschrieben (vgl. AUSTROADS, 2009A). Im dritten Teil „Traffic Studies and Analysis“ (vgl. AUSTROADS, 2013B) werden Hinweise zur Verkehrserhebung und Verkehrsanalyse gegeben, welche auf MONASH UNIVERSITY (2003) basieren. Zudem wird ein enger Bezug zu dem Highway Capacity Manual (vgl. TRB, 2010) hergestellt. So werden bspw. für die sog. „interrupted flow facilities“, zu denen auch die Lichtsignalanlage gezählt wird, Angaben zu deren Level of Service (LOS), den Performance-Kenngrößen und deren Ermittlung getätigt.

Des Weiteren stellt der „Guide to Traffic Management“ eine Methodik zur Abschätzung der Verkehrswirkungen (traffic impact assessment - TIA) bereit (vgl. AUSTROADS, 2009B), welche die Wirkungen auf das Straßennetz bedingt durch die Entwicklung der Landnutzung identifizieren und verwalten soll. Dabei werden nur nicht die generellen Wirkungen des Verkehrsmanagements (z. B. Sicherheit) sondern auch spezifische Wirkungen, die alle Verkehrsteilnehmer betreffen, berücksichtigt. Die Methodik setzt sich aus 14 Schritten zusammen und ist als Leitfaden zur Umsetzung in der Praxis beschrieben. Einen Teil der Wirkungsabschätzung stellt die Bewertung des Verkehrsbetriebs dar, in dem Verkehrsstärken, Kapazitäten, Level of Service, Wartezeiten und Sättigungsgrad als Kriterien herangezogen werden. (AUSTROADS, 2009B)

Darüber hinaus wird von einigen Verkehrsämtern, wie bspw. in den Bundesstaaten New South Wales und Queensland, ein **Asset Management** betrieben, um das Straßennetz samt seiner einzelnen Ausstattungselemente bewerten zu können. So werden bspw. im Aufgabenbereich der RTA (New South Wales) im Zuge eines Asset Management Informationssystems Daten gesammelt, die u. a. auch der Überwachung der Systemperformance dienen sollen. Die Anlagen, die darin berücksichtigt werden, sind neben den Fahrbahnen, Markierungen und Verkehrszeichen auch Lichtsignalanlagen. (GEIGER ET AL., 2005)

Zum Asset Management von Lichtsignalanlagen wird zudem in AUSTROADS (2013A) eine Anleitung bereitgestellt, um den Level of Service bei minimalen Gesamtkosten zu maximieren, die Risiken für die Verkehrsteilnehmer zu verringern und eine kontinuierliche Verbesserung und Wartung zu gewährleisten. Der Fokus liegt dabei auf der Erreichung eines eindeutigen und allgemein akzeptierten Level of Services und auf den Gesamtkosten als Kriterium.

Abschließend kann festgehalten werden, dass in Australien ein Qualitätsmanagement bzw. Performance Measurement/Management nur für Lichtsignalanlagen bisher nicht betrieben wird. Die Performance-Kenngrößen, die von Austroads veröffentlicht werden (vgl. AUSTROADS - NPI, 2015), beziehen sich auf die Straßennetze der einzelnen Bundesstaaten und sind nicht nach signalisierten und nicht signalisierten Knotenpunkten differenziert (vgl. Kapitel 4.3.1). Ein umfassendes Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen ist bisher nicht entwickelt worden.

### *Japan*

Lichtsignalanlagen regeln seit 1930 den Straßenverkehr in Japan (INSTITUTE OF URBAN TRAFFIC RESEARCH, 1997; BOLTZE ET AL., 2006A). Die Steuerung der Lichtsignalanlagen liegt im Aufgabenbereich der National Police Agency (NPA) (YAMASHIRO ET AL., O.J.; BOLTZE ET AL., 2006A; NPA, 2015). Seit ihrer Einführung war die Optimierung der Verkehrssteuerung und damit auch der Verkehrssicherheit und des Verkehrsablaufs stets Gegenstand in der japanischen Forschung (vgl. NAKAMURA & DURTH, 1996; TANG, 2008; TAN, 2012; TAN ET AL., 2012; IRYO-ASANO & ALHAJYASEEN, 2014; NAGASHIMA ET AL., 2014). Ein wesentlicher Aspekt dabei war die Zwischenzeitenberechnung und deren Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit (vgl. bspw. TANG & NAKAMURA, 2007; TANG & NAKAMURA, 2009; TANG ET AL., 2011). Zur Steuerung der Lichtsignalanlagen wird **MODERATO** (Management by Origin Destination Related Adaption for Traffic Optimization) angewendet, das die einzelnen Steuerungsparameter in Echtzeit ermittelt, um die Wartezeiten zu minimieren (vgl. INSTITUTE OF URBAN TRAFFIC RESEARCH, 1997; SAKAKIBARA ET AL. 1999; NAGASHIMA ET AL., 2014).

---

Die Lichtsignalsteuerung wurde in Japan in dem „**Manual on Traffic Signal Control**“ aufgegriffen, welches erstmalig im Jahr 1994 (vgl. JSTE, 1994) erschienen ist und zurzeit als überarbeitete Version verfügbar ist (vgl. JSTE, 2006). Der Inhalt des Manuals ist mit FGSV (2015B) vergleichbar, dennoch stellt dieses nicht ein offizielles Regelwerk dar (BOLTZE ET AL., 2006C). Leider wurde dieses Dokument nur in japanischer Sprache veröffentlicht, wodurch an dieser Stelle nicht näher auf dessen konkreten Inhalt eingegangen werden kann. Darüber hinaus wird zur Planung von Lichtsignalanlagen das Handbuch „**The Planning and Design of At-Grade Intersections**“ herangezogen (vgl. JSTE, 1988). Des Weiteren veröffentlicht die NPA verbindliche technische Standards für die Hersteller von Verkehrstechnik, welche lediglich in japanischer Sprache verfügbar sind (BOLTZE ET AL., 2006C).

Zur Verbesserung des Verkehrsmanagements wurde im Jahr 1993 das **Universal Traffic Management System** (UTMS) entwickelt. Dessen Kern bilden die Integrated Traffic Control Systems (ITCS), welche neben der Verkehrserfassung und der Information der Verkehrsteilnehmer ebenfalls die Steuerung der Lichtsignalanlagen beinhalten. (INSTITUTE OF URBAN TRAFFIC RESEARCH, 1997; UTMS SOCIETY, 2015)

Die Literaturrecherche hat gezeigt, dass die Verbesserung der Lichtsignalanlage samt ihrer Steuerung einen wesentlichen Bestandteil der Forschung und Praxis in Japan darstellt. Dennoch konnten nur wenige Hinweise auf das (Qualitäts-) Management von Lichtsignalanlagen gefunden werden. Grund hierfür ist die eingeschränkte Verfügbarkeit der japanischen Dokumente in englischer Sprache, wie bspw. JSTE (2006), wodurch eine abschließende Aussage zum Stand des Qualitätsmanagements bzw. Performance Measurements/Managements für Lichtsignalanlagen schwierig ist.

### *Schweiz*

Im Jahr 1933 wurden in Genf und Bern die ersten Lichtsignalanlagen des Landes in Betrieb genommen. Während in den darauffolgenden Jahrzehnten die Anzahl der Lichtsignalanlagen in der Schweiz kontinuierlich stieg (ALLENBACH & HUBACHER, 1998), blieb diese seit den 1990er Jahren relativ konstant. Dennoch wurde im Bereich der Lichtsignalanlage und ihrer Steuerung über die Jahre in der Schweiz stets geforscht (vgl. HIDBER, 1968; RÜSCH, 1975; GUHA & ZELENY, 1985; KÖLL ET AL., 2001; STEINER ET AL., 2010; EGELER ET AL., 2015; STADT BASEL, 2015). So wurden bspw. in STEINER ET AL. (2010) Checklisten und ein Leitfaden entwickelt, die als Unterstützung zur Planung, zur Realisierung und zum Betrieb von Lichtsignalanlagen dienen sollen. Die Checkliste zum Unterhalt und Betrieb von Lichtsignalanlagen enthält dabei Aspekte zum Qualitätsmanagement, die an die Aussagen von FGSV (2015B) angelehnt sind. Zudem wurden mit PITZINGER (1995A), PITZINGER (1995A) und PITZINGER (1998) wesentliche Grundlagen im Bereich der Lichtsignalanlage geschaffen, die letztendlich in die schweizerischen Normen einfließen (vgl. SN 640833:1996-05; SN 640834:1996-05; SN 640842-1:2015-03).

In den schweizerischen Normen treten Lichtsignalanlagen zum ersten Mal 1976 in Erscheinung. Die damalige Norm beschrieb die Form der Lichtsignalanlage und bildet die Grundlage für fast alle heute betriebenen Lichtsignalanlagen in der Schweiz. Im Jahr 1992 wurde dann schließlich **SN 640832:1992-05** als (neue) Kopfnorm für Lichtsignalanlagen veröffentlicht. Diese regelt Aspekte für die Planung, die Realisierung und den Betrieb von Lichtsignalanlagen. Daneben existieren weitere Normen, die sich mit der Berechnung der Signalprogramme (vgl. SN 640838:1992-05; SN 640834:1996-05; SN 640837:2015-03) und der Gestaltung der Signale bzw. Signalgeber (vgl. SN 640836:1994-03; SN 640836-1:2000-05) beschäftigen. So werden die Übergangs- sowie Mindestzeiten und Zwischenzeiten geregelt. In SN 640023a:2007-12 wird zudem ein Verfahren für die verkehrstechnische Dimensionierung und die Beurteilung des Verkehrsablaufs mit Verkehrsqualitätsstufen eines Knotenpunktes beschrieben. SN 640842-1:2015-03 umfasst Regelungen zur Inbetriebnahme und zum Betrieb von Lichtsignalanlagen. So werden bspw. die

Prüfung des Steuergeräts, die Prüfung vor Ort (vor und nach der Einschaltung) sowie die Schlussprüfung von Lichtsignalanlagen beschrieben.

Darüber hinaus wurden in GRAHL (2008) Grundlagen für ein **Erhaltungsmanagement für Verkehrsregelungssysteme** entwickelt, zu denen die Lichtsignalanlagen samt ihrer einzelnen Komponenten gezählt werden. Das Erhaltungsmanagement umfasst dabei die folgenden fünf Stufen:

- Bestandserfassung und Inventarisierung,
- Zustandserhebung und Zustandsbewertung,
- Maßnahmenplanung,
- Maßnahmenmanagement und
- Baustellenplanung.

Aufgrund der Nähe zur Qualitätsermittlung wird im Rahmen dieser Arbeit lediglich kurz auf die Stufe der Zustandserhebung und -bewertung eingegangen. Für nähere Informationen zu den restlichen Stufen des Erhaltungsmanagements für Lichtsignalanlagen wird auf GRAHL (2008) verwiesen.

Zur Erhebung und Bewertung des Zustands werden die einzelnen Komponenten der Lichtsignalanlage (Steuergerät, Maste, Signalgeber, Detektoren, Kabelanlagen, Markierung, Signale und Baukörper Straße) separat betrachtet und Kenngrößen für die jeweilige Komponente definiert. So werden bspw. für die Zustandserhebung und -bewertung von Steuergeräten als relevante Kenngrößen u. a. die Schutzart in Form von Gehäusen und der Gehäusezustand genannt sowie relevante Normen aufgeführt. Zudem werden Kenngrößen zur Betriebssicherheit, zur Verkehrssicherheit und zum Verkehrsablauf gebildet, die die gesamte Anlage betreffen. (GRAHL, 2008) Die einzelnen Kenngrößen für die Komponenten und die Anlage können dann mit den in GRAHL (2008) vorgeschlagenen Gewichtungsfaktoren und Komponentenfaktoren bzw. Komponentengruppenfaktoren in eine vergleichbare Form übertragen werden, woraus schließlich Gesamtaussagen für die einzelnen Komponenten und die Anlage abgeleitet werden können. Diese Gesamtaussagen können dann in einem Zustandspolygon veranschaulicht werden.

Da das Erhaltungsmanagement eine systematische Prüfung und Bewertung des Zustands darstellt und zusätzlich alle zur Erhaltung erforderlichen Maßnahmen umfasst, kann ein direkter Zusammenhang zum Qualitätsmanagement hergestellt werden, der in Abbildung 22 zu sehen ist.

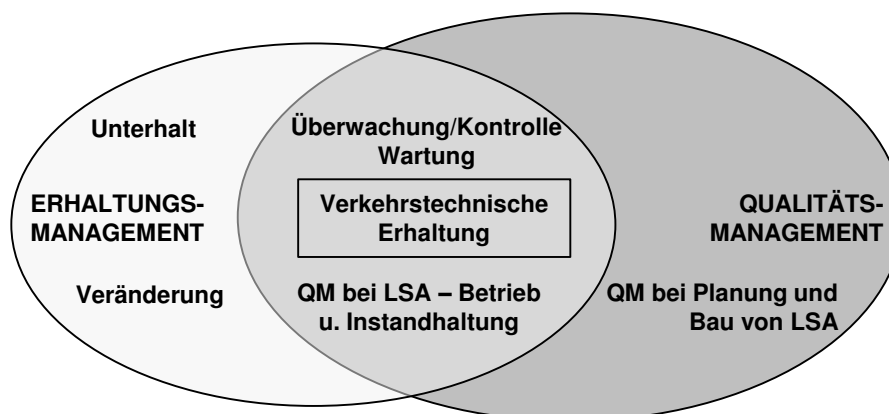


Abbildung 22: Zusammenhang von Erhaltungs- und Qualitätsmanagement (Quelle: GRAHL, 2008)

Aufgrund der vergleichbaren Zielsetzungen, dauerhaft einen sicheren und effizienten Verkehrsablauf zu gewährleisten, können die Erhaltungstätigkeiten Überwachung bzw. Kontrolle, Wartung und das Qualitätsmanagement während des Betriebs und der Instandhaltung miteinander verbunden werden, wobei nicht nur die anlagentechnischen sondern auch verkehrstechnische

---

Bedingungen berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhang wird in GRAHL (2008) der Begriff der **verkehrstechnischen Erhaltung** eingeführt, welcher „alle Aufgaben bezeichnet, die mit der Erhebung und Bewertung des verkehrstechnischen Anlagenzustands sowie mit der Planung und Realisierung von Maßnahmen zur Qualitätssicherung bei Betrieb und Instandhaltung einschließlich der Dokumentation verbunden sind“.

Basierend auf GRAHL (2008) wurde in GRAHL ET AL. (2010) ein **Leitfaden für die Modernisierung von Lichtsignalanlagen** im Rahmen des Erhaltungsmanagements entwickelt. Modernisierung wird dabei als „Erneuerung von Lichtsignalanlagen oder deren Komponenten auf einer höheren Qualitätsstufe verstanden, wobei die neuen Ausrüstungen bessere Gebrauchswerte aufweisen als die bisher eingesetzten“. Ob die Erneuerung einer Lichtsignalanlage notwendig ist, wird zunächst im Zuge einer Grobbewertung entschieden. Dazu werden Daten aus der Zustandserfassung sowie -bewertung der Anlagen, aus der verkehrstechnischen Erhaltung herangezogen und u. a. nach verkehrlichen sowie wirtschaftlichen Kriterien bewertet. Anschließend erfolgt eine Detailbewertung anhand von ausgewählten Kriterien, wie z. B. die bisherige Nutzungsdauer und die Kostenentwicklung, auf deren Grundlage entschieden werden kann, ob eine Erneuerung nicht erforderlich, genauer zu prüfen oder eine Modernisierung erforderlich ist.

Abschließend kann festgehalten werden, dass, wie bereits in GRAHL (2008) gezeigt, das Erhaltungsmanagement eng mit dem Qualitätsmanagement verbunden ist. So hängt der Aufwand zur Erhaltung der geforderten Qualität von Lichtsignalanlagen im Betrieb sowie in der Instandhaltung maßgeblich von der Planungs- und Realisierungsqualität ab. Dennoch wurde ein umfassender Ansatz zum Qualitätsmanagement von Lichtsignalanlagen, der alle Lebensphasen berücksichtigt, bisher noch nicht entwickelt.

#### *Vereinigte Staaten von Amerika*

Die elektrische Lichtsignalanlage mit roten und grünen Signalgebern wurde im Jahr 1914 in Cleveland zum ersten Mal weltweit in Betrieb genommen (MAIER, 2014). Seit diesem Jahr sind Lichtsignalanlagen in den Vereinigten Staaten von Amerika sowohl in der Praxis als auch in der Forschung ein fester Bestandteil (vgl. PAVEL, 1964; TILLOTSON, 1975; EVANS, 1980; TARNOFF, 2004; DAY ET AL., 2012). Im Bereich der Signalsteuerung wurden neben Forschungsprojekten (vgl. z. B. KOONCE ET AL., 2008; DENNEY ET AL., 2009; GORDON, 2010; MCGEE ET AL., 2012) auch Dokumente veröffentlicht, die einen Regelwerkscharakter aufweisen. So sollen die Regelungen des „**Manuals on Uniform Traffic Control Devices**“ (MUTCD) wie ein nationaler Standard betrachtet und bei allen auf den Straßen installierten Verkehrseinrichtungen, wie bspw. Markierungen, Verkehrszeichen und Lichtsignalanlagen, angewendet werden (vgl. FHWA, 2009). Darüber hinaus stellt das „**Highway Capacity Manual**“ (HCM), ähnlich dem deutschen „Handbuch zur Bemessung von Straßenverkehrsanlagen“ (HBS, vgl. FGSV, 2015A), wesentliche Aspekte zur Qualitätsmessung von Lichtsignalanlagen bereit (vgl. TRB, 2010). So werden Kennzahlen zur Beschreibung der Leistung bzw. der Qualität definiert und Methoden zu deren Erfassung beschrieben.

Neben den Regelwerken waren die Kennzahlen zur Beschreibung der Qualität der Lichtsignalsteuerung und deren Erhebungsmöglichkeiten zudem auch stets Gegenstand der Forschung (vgl. BULLOCK ET AL., 2008; DAY ET AL., 2009; DAY ET AL., 2014; DING ET AL., 2014; GROSSMANN ET AL., 2015). So wird bspw. in BALKE ET AL. (2005) ein System zum **Performance Measurement für Lichtsignalanlagen** (Traffic Signal Performance Measurement System - TSPMS) vorgestellt, mit dessen Unterstützung Kennzahlen zur Bewertung der Lichtsignalsteuerung, wie z. B. Anzahl der querenden Fahrzeuge je Umlauf und Verstöße gegen die Gelbzeit, automatisiert erhoben werden können. Zudem wurde 2005 zur Bewertung der Aktivitäten bezüglich der Planung, des Managements, des Betriebs und der Wartung von Lichtsignalanlagen die „**National Traffic Signal Report Card**“ als nationaler Indikator entwickelt und dessen Ergebnisse 2005, 2007 und 2012 veröffentlicht (vgl. NTOC, 2012). Dabei wird die Bewertung der Lichtsignalanlage in die fünf folgenden Bereiche unterteilt:

- Management,
- Traffic Signal Operations,
- Signal Timing Practices,
- Traffic Monitoring und Data Collection sowie
- Maintenance.

Innerhalb dieser Bereiche sollten sich Verkehrsämter der Bundesstaaten, der Landkreise und der Kommunen in den Vereinigten Staaten von Amerika sowie Kanada ihre Bemühungen hinsichtlich Lichtsignalanlagen selbst bewerten. Diese Antworten wurden unabhängig von der Größe des Lichtsignalanlagensystems gleichwertig behandelt und zu einer Gesamtaussage je Bereich aggregiert, die schließlich zu einem Gesamtergebnis zusammengefasst wurden. Im Jahr 2012 wurden so die nationalen Aktivitäten bezüglich des Managements von Lichtsignalanlagen mit D+ bewertet, was eine geringfügige Verbesserung gegenüber der Erhebung im Jahr 2007 darstellt. (NTOC, 2012)

Darüber hinaus werden auch Tätigkeiten zum **Management von Lichtsignalanlagen** und zum **Asset Management**, in dessen Aufgabenbereich die Lichtsignalanlage fällt, beschrieben (vgl. HUTSON, 2005; DENNEY, 2009; CHEN ET AL., 2009; GORDON & BRAUD, 2009; BHARGAVA ET AL., 2012). So wurde in KOONCE ET AL. (2009) ein Rahmen für das regionale Management von Lichtsignalanlagen entwickelt, um eine hohe Effizienz und Beständigkeit in allen Lebensphasen zu gewährleisten. Der Rahmen kann dabei an die Komplexität des Systems angepasst werden und besteht aus den in Abbildung 23 dargestellten vier Elementen, die sich in einem Kreislauf befinden.

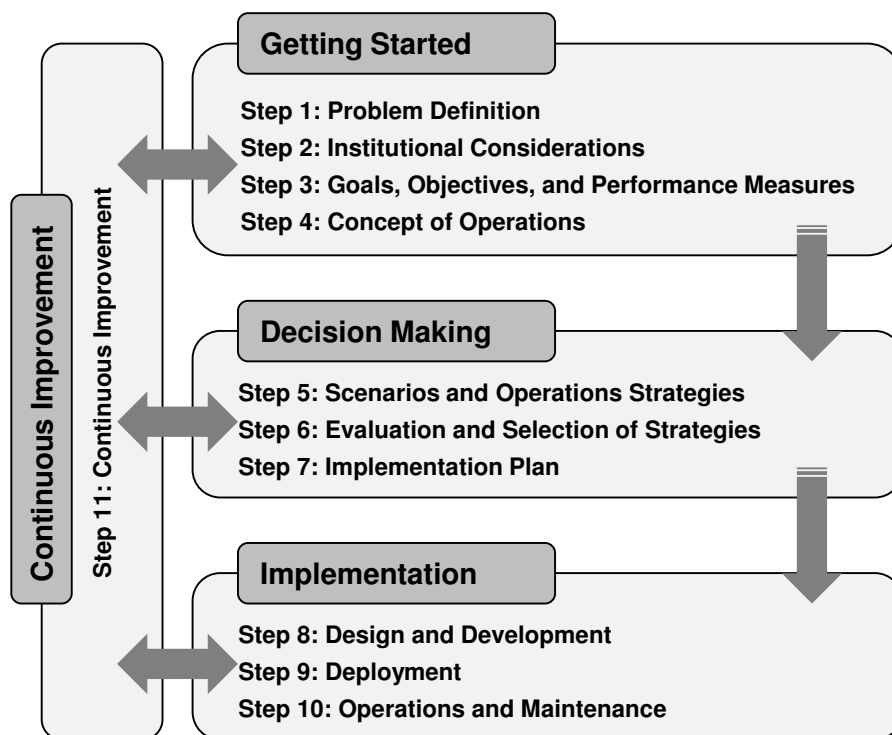


Abbildung 23: Regional Traffic Signal Management and Operation Program Framework (Quelle: KOONCE ET AL., 2009)

Wie in Abbildung 23 zu sehen ist, wird zunächst das anzugehende Problem und schließlich die Ziele und die Leistungskennzahlen definiert, welche schließlich in dem Dokument „Concept of Operations“ zusammengestellt werden. Darauf aufbauend sind Entscheidungen bezüglich der zu betrachtenden Betriebsszenarien zu treffen und diesbezüglich mögliche Strategien zu identifizieren. Nach deren Bewertung sind die ausgewählten Strategien und alle in der Umsetzungsphase benötigten Informationen innerhalb eines Umsetzungsplans darzustellen. Anschließend werden die Strategien in der Umsetzungsphase in ausführbare Projekte umgesetzt. Diesen drei Elementen steht

---

der kontinuierliche Verbesserungsprozess gegenüber. Im Rahmen dieses Prozesses soll das System fortlaufend überwacht und bewertet werden, um sicherzustellen, dass das Problem gelöst wird oder die zuvor gesetzten Ziele erreicht werden. Sollte dies nicht der Fall sein, sind dementsprechend Änderungs- bzw. Korrekturmaßnahmen einzuleiten. (KOONCE ET AL., 2009)

Zur Überprüfung der Aktivitäten hinsichtlich der Lichtsignalanlagen in all ihren Lebensphasen (Entwurf, Management, Betrieb und Wartung) innerhalb der einzelnen Verkehrsämter kann das **Traffic Signal System Audit** (TSSA) herangezogen werden (ITE, o. J.). Durch ein unabhängiges und qualifiziertes Auditteam wird der aktuelle Stand in unterschiedlichen Bereichen evaluiert. So werden im Rahmen des Audits neben der Personalbesetzung und deren Qualifikation u. a. auch explizit nach den eingesetzten Steuerungsmöglichkeiten, den Detektoren und deren Wartung sowie der Umfang der Dokumentation der Lichtsignalsteuerung erhoben.

Auf Grundlage der Recherche kann abschließend festgehalten werden, dass in den Vereinigten Staaten von Amerika das Qualitätsmanagement bzw. Performance Measurement/Management für Lichtsignalanlagen weit fortgeschritten ist. Insbesondere das Management von Lichtsignalanlagen und die Erhebung von Qualitätskennzahlen sind allgegenwärtig in der Forschung und in der Praxis. Zudem werden Weiterbildungsmaßnahmen explizit im Bereich des Performance Managements für Lichtsignalanlagen angeboten (vgl. NHI, 2015). Dennoch ist bisher ein umfassender Ansatz zum Qualitätsmanagement von Lichtsignalanlagen, der alle Lebensphasen umfasst, noch nicht entwickelt worden.

#### 4.4 Fazit

Im Rahmen dieses Kapitels wurde zunächst der Entwicklungsstand des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen in Deutschland dargestellt. Dazu wurde der derzeitige Stand des Technischen Regelwerks der FGSV analysiert. Zudem wurden ausgewählte Qualitätsmanagementansätze erläutert, die bereits einen übergeordneten Charakter für einen Teilbereich des Straßen- und Verkehrswesens aufweisen.

Des Weiteren wurde der Entwicklungsstand der Qualitätsüberwachung im Ausland am Beispiel von Australien, Japan und den Vereinigten Staaten von Amerika beschrieben, welche Performance Measurement bzw. Management im Straßen- und Verkehrswesen auf politischer Ebene umsetzen und die Ergebnisse der Öffentlichkeit zur Verfügung stellen. Daneben wurde der Umsetzungsstand des Qualitätsmanagements in der Schweiz betrachtet, wo der VSS die Einführung eines Qualitätssicherungssystems plant. Daneben wurde vertiefend für die Produkte Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung der Stand des Qualitätsmanagements im Technischen Regelwerk und in der Praxis sowohl in Deutschland als auch im Ausland beschrieben.

Wie die Auswertung des Entwicklungsstands sowohl in Deutschland als auch im Ausland zeigt, finden Ansätze des Qualitätsmanagements zunehmend Einzug in das Straßen- und Verkehrswesen. Auch das inhaltlich sehr umfassende deutsche Technische Regelwerk der FGSV beinhaltet bereits zahlreiche qualitätsrelevante Aussagen. Dies zeigt bspw. auch die Auswertung am Beispiel der Produkte Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung. Trotz teils systematischer Lücken (z. B. Nichtberücksichtigung der Ermittlung von Kundenanforderungen) weist das Technische Regelwerk damit einen im internationalen Vergleich hohen Entwicklungsstand auf. Dies belegt, dass die Bedeutung von Qualität in den verschiedenen Arbeitsgruppen der FGSV erkannt worden ist.

Neben dem Technischen Regelwerk sind auch in der Praxis einige Ansätze des Qualitätsmanagements, wie z. B. im Bereich der Verkehrssicherheit und der Lichtsignalsteuerung, zu finden. Doch durch die weitgehend isolierten Qualitätsmanagementanwendungen in den einzelnen Bereichen können bisher keine Synergien zwischen den Ansätzen berücksichtigt werden. Um dies zu

---

ermöglichen, bedarf es eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen, in dessen Entwicklung die bereits vorhandenen Ansätze in den einzelnen Bereichen zu integrieren sind.

Demnach besteht bereits eine gute Grundlage bezüglich des Qualitätsmanagements in Theorie und Praxis. Diese gilt es aufzugreifen, um ein umfassendes Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen zu entwickeln und umzusetzen. Die zur Entwicklung und zur Umsetzung erforderlichen Schritte werden in dem nachfolgenden Kapitel näher ausgearbeitet.

---

## 5 Handlungsleitlinien zur Entwicklung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen

---

### 5.1 Einführung

Um ein umfassendes Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen zu entwickeln und letztendlich auch umsetzen und somit den Nutzen für die einzelnen Akteure gewährleisten zu können, müssen zunächst Rahmenbedingungen für die Entwicklung und Umsetzung eines Qualitätsmanagements festgelegt werden. So werden im Rahmen dieses Kapitels die Zuständigkeiten und die Aufgabenbereiche bei der Umsetzung definiert sowie die übergeordneten Anforderungen an ein Qualitätsmanagement und an dessen Ausgestaltung beschrieben.

In einem umfassenden Qualitätsmanagement sollten alle im Verkehrswesen auftretenden Produkte, Dienstleistungen, Prozesse und Lebensphasen berücksichtigt werden. Darüber hinaus sollten die verschiedenen Verkehrsmittel, Akteure und Oberziele des Verkehrs sowie auch bereits bestehende Organisationsstrukturen und Prozesse sukzessive in das Qualitätsmanagement integriert werden. Auf Grund dieser hohen Komplexität erscheint es sinnvoll und notwendig, das Qualitätsmanagement schrittweise umzusetzen. So sollten auf der einen Seite die erforderlichen Informationen zum Qualitätsmanagement im Technischen Regelwerk abgebildet werden, wodurch eine gute Grundlage zur Entwicklung und Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements geschaffen werden kann. Auf der anderen Seite ist die praktische Umsetzung des Qualitätsmanagements durch Leitfäden bzw. Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) zu unterstützen, welche eine Hilfestellung für den Anwender bei der Gestaltung von spezifischen Prozessen darstellen. Somit können gemäß BOLTZE ET AL. (2014A) (veröffentlicht in BOLTZE ET AL., 2014B) zwei Handlungssäulen zur Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements abgeleitet werden, die in den nachfolgenden Kapiteln näher beschrieben werden.

### 5.2 Rahmenbedingungen für die Entwicklung eines Qualitätsmanagements

#### 5.2.1 Definition von Zuständigkeiten und Aufgabenbereiche

Das Straßen- und Verkehrswesen stellt für die Anwendung eines umfassenden Qualitätsmanagements einen sehr komplexen Gegenstand dar. Bedingt durch diese Komplexität sollte daher eine schrittweise Herangehensweise zur Entwicklung und Umsetzung des Qualitätsmanagements gewählt werden. Dazu sind zunächst die Umsetzungsebenen, die jeweiligen Zuständigkeiten sowie deren Aufgabenbereiche zu identifizieren.

In Anlehnung an das hierarchische Ebenenmodell der Unternehmensführung werden für die Entwicklung und Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements die folgenden Ebenen unterschieden:

- normative Ebene,
- strategische Ebene und
- operative Ebene.

(vgl. HUNGENBERG & WULF, 2011; DILLERUP & STOI, 2013)

Die oberste Ebene stellt die **normative Ebene** dar, deren Kernaufgabe die Initialisierung des Qualitätsmanagements ist. Durch die Formulierung von übergeordneten Vorgaben wird ein einheitlicher Gestaltungsrahmen für das Qualitätsmanagement geschaffen und somit die Qualitätspolitik und -ziele eines Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen prägt.



Weiterhin fallen die Förderung der Entwicklung eines umfassenden Qualitätsmanagements und dessen ständige Verbesserung in den Bereich der normativen Ebene. Innerhalb der normativen Ebene wird eine geeignete Umgebung geschaffen, in der das Qualitätsmanagement wirksam betrieben werden kann. Basierend auf den Anforderungen der normativen Ebene wird auf der **strategischen Ebene** eine Grundlage geschaffen, um die normativen Vorgaben zum Qualitätsmanagement zu erfüllen. Dazu werden geeignete Maßnahmen bzw. Strategien und spezifische Vorgaben entwickelt, um das Qualitätsmanagement in der Theorie und in der Praxis umzusetzen. Diese Strategien und Vorgaben stellen wiederum einen Handlungsrahmen für die **operative Ebene** dar, die im Grunde die Operationalisierung der strategischen Ebene darstellt. So werden die Strategien zur Umsetzung des Qualitätsmanagements in die gegebenen Strukturen und Prozesse der Praxis integriert und implementiert. Darüber hinaus ist die operative Ebene dafür verantwortlich, die Vorgaben der zwei übergeordneten Ebenen einzuhalten.

Den drei beschriebenen Umsetzungsebenen des Qualitätsmanagements können unterschiedliche Zuständigkeiten und Aufgabenbereiche zugeordnet werden. In Bezug auf das Straßen- und Verkehrswesen lassen sich folgende Zuständigkeiten identifizieren:

- BMVI/Leitung der FGSV,
- Gremien der FGSV und
- Aufgabenträger.

In Abbildung 24 sind die einzelnen Ebenen inklusive der dazugehörigen Zuständigkeiten der Umsetzung des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen, die nachfolgend näher beschrieben werden, dargestellt.

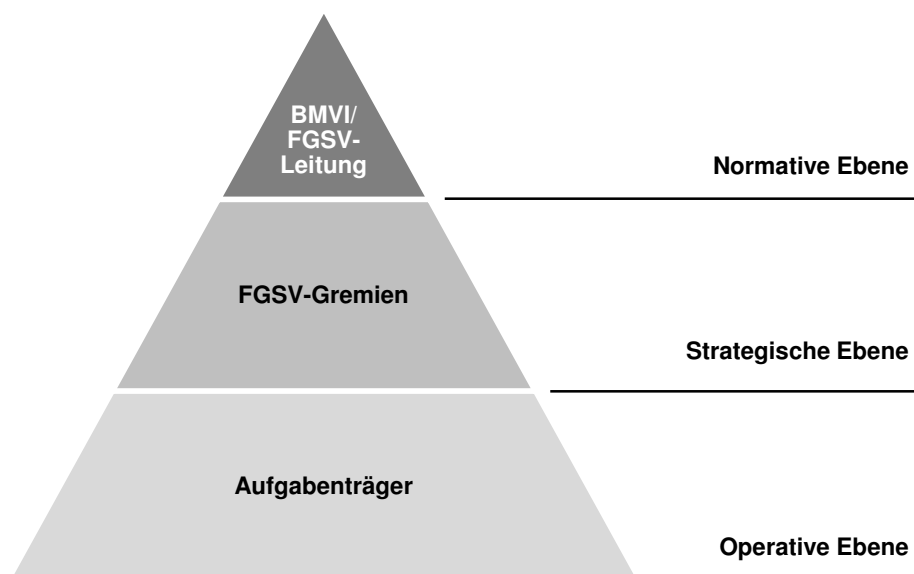


Abbildung 24: Zuständigkeitenpyramide der Entwicklung und Umsetzung eines Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen

#### *Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur/Leitung der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen*

Die oberste bzw. die normative Ebene stellt das **BMVI** dar (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013), welches eine der obersten Bundesbehörden in Deutschland ist. Seit seiner Gründung im Jahre 1949 ist das BMVI für politische Fragen in den Bereichen **Verkehr, Mobilität und Stadt- und Raumentwicklung** verantwortlich. Durch eine Umstrukturierung der Fachressorts wurde dem BMVI im Jahr 2013 zudem die Verantwortung für den **Breitbandausbau** und die Fachaufsicht über den **Telekommunikationsbereich** der Bundesnetzagentur übertragen. Das BMVI umfasst derzeit neun

---

Abteilungen, die politische und strategische Konzepte bezüglich der vier Verkehrsträger Straße, Schiene, Wasser und Luft entwickeln und betreuen (BMVI, 2015).

Neben dem BMVI ist die **FGSV** eine weitere bedeutende Institution im deutschen Verkehrssektor. Gegründet mit dem Ziel der **Weiterentwicklung der technischen Erkenntnisse** im gesamten Straßen- und Verkehrswesen stellt die FGSV den Großteil des **Technischen Regelwerks** für die Planung, den Entwurf, den Betrieb und die Erhaltung von Straßen und deren Ausstattungselementen. Wie in Kapitel 4.2.1 und Kapitel 4.4 ausgeführt, enthält dieses Technische Regelwerk bereits zahlreiche qualitätsrelevante Aussagen, die es in einem umfassenden Qualitätsmanagement zu berücksichtigen gilt. So erscheint es unerlässlich, die Leitung der FGSV in die Initialisierung und schließlich in die Entwicklung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen einzubeziehen.

Zur Entwicklung und Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen sollten daher die folgenden Aufgaben durch das BMVI und die FGSV-Leitung gemeinsam übernehmen werden:

- Initialisierung und Koordination eines umfassenden Qualitätsmanagements

Gemäß DIN EN ISO 9000:2015-11 liegt die Verantwortlichkeit für ein Qualitätsmanagement im Aufgabenbereich der obersten Leitung, die eine „Person oder Personengruppe“ darstellt, „die eine Organisation auf oberster Ebene führt und steuert“. Diese Funktion kann grundsätzlich dem BMVI zugeschrieben werden, welches gemeinsam mit der FGSV-Leitung den Nutzen eines umfassenden Qualitätsmanagements klar herausstellt und dessen Einführung initialisiert. Das BMVI soll durch sein Führungsverhalten und sein Handeln im Bereich des Straßen- und Verkehrswesens eine geeignete Umgebung schaffen, in der das Qualitätsmanagement wirksam betrieben werden kann. Zudem übernimmt das BMVI die Rolle des Koordinators, um alle Akteure in das Qualitätsmanagements einzubinden.

- Förderung des Qualitätsbewusstseins

In Zusammenarbeit mit der FGSV-Leitung sollte das BMVI das Bewusstsein für Qualität bzw. für die Erfordernisse eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen fördern. So sollte das Qualitätsbewusstsein zunächst auf der obersten Ebene vorgelebt werden, indem Qualitätsmanagement als ein Themenschwerpunkt in die Agenda des BMVI aufgenommen wird. Im nächsten Schritt ist die Bewusstseinsbildung für Qualität innerhalb der Bundesländer und Kommunen bspw. durch entsprechende Fortbildungen der Mitarbeiter zu fördern. Darüber hinaus kann durch eine frühzeitige Einbindung aller Akteure in den Entwicklungs- und Umsetzungsprozess des Qualitätsmanagements erreicht werden, dass sich diese nicht kontrolliert fühlen, sondern Qualitätsmanagement als eine Unterstützung der qualitätsorientierten Erfüllung ihrer Aufgaben sehen.

- Förderung des Qualitätsmanagements und Bereitstellung von Ressourcen

Die Entwicklung, Umsetzung und Sicherstellung des Qualitätsmanagements ist von Seiten des BMVI mittels geeigneter Instrumente zu fördern. So können bspw. finanzielle Zuwendungen für Bundesländer oder Kommunen an ein Qualitätsmanagement gebunden oder durch Bonus-Malus-Regelungen Anreize für dessen Umsetzung geschaffen werden. Des Weiteren sind ausreichend personelle und finanzielle Ressourcen zur Verfügung zu stellen, um ein Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen in der Praxis effizient umzusetzen und betreiben zu können.

- Formulierung von übergeordneten Vorgaben

Zur Ausgestaltung des Qualitätsmanagements sollte das BMVI übergeordnete Vorschriften formulieren. Diese sollten zum einen allgemeine Vorgaben bezüglich der einheitlichen Gestaltung sowie die Vollständigkeit von qualitätsrelevanten Aussagen (z. B. zu Qualitäts-

---

kriterien und Messvorschriften) und zum anderen Vorgaben zur Pflege des Qualitätsmanagements umfassen. Dies wird von der FGSV-Leitung unterstützt durch koordinierende Vorgaben für die strategische Ebene.

- Sicherstellung der ständigen Verbesserung des Qualitätsmanagements

Bedingt durch den technischen Fortschritt und sich ändernde Anforderungen an das Qualitätsmanagement sollten das BMVI und die FGSV-Leitung sicherstellen, dass die Funktionsweise des Qualitätsmanagements selbst stets überwacht und diese ggf. angepasst wird.

#### *Gremien der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen*

Die zweite bzw. die strategische Ebene bilden die **Gremien der FGSV**. Die Gremienstruktur umfasst neben den acht Arbeitsgruppen (vgl. Tabelle 2) fünf Kommissionen und sieben Querschnittsausschüssen, deren Aufgabe in der **Erstellung und Weiterentwicklung des Technischen Regelwerks** in den Bereichen Straßenbau, Straßenverkehrstechnik und Verkehrsplanung zu sehen ist. Somit sind die FGSV-Gremien eng in die Entwicklung und Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements einzubeziehen und sollten dabei folgende Aufgaben übernehmen:

- Umsetzung der übergeordneten Vorgaben

Die von der normativen Ebene festgelegten Vorgaben hinsichtlich der grundsätzlichen und fachlichen Ausgestaltung des Qualitätsmanagements mit den einzelnen Bestandteilen, wie z. B. Qualitätskriterien und Messvorschriften, sollten von den FGSV-Gremien umgesetzt und bei der Erstellung und Weiterentwicklung des Technischen Regelwerks berücksichtigt werden.

- Formulierung von fachspezifischen Vorgaben

Um ein umfassendes Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen umsetzen zu können, sollten von Seiten der FGSV-Gremien fachspezifische Vorgaben für die einzelnen Produkte und Dienstleistungen formuliert werden. Dazu sollte für jedes im Verkehrsbereich auftretende Produkt und für jede Dienstleistung die Elemente des Qualitätsmanagements in allen Lebensphasen abgebildet werden. So sind bspw. Qualitätskriterien und Verfahren zu ihrer Erhebung bezüglich Art, Umfang, Turnus und Verantwortlichkeiten eindeutig zu definieren. Schließlich sind die fachspezifischen Vorgaben in geeigneter Form aufzubereiten (z. B. in Form von QM-Leitfäden) und der operativen Ebene zur Verfügung zu stellen.

- Ausgestaltung des Qualitätsmanagements für alle Produkte und Dienstleistungen

In einem umfassenden Qualitätsmanagement sollten alle im Verkehrswesen auftretenden Produkte, Dienstleistungen, Prozesse sowie Lebensphasen berücksichtigt und beschrieben werden. Dazu werden von Seiten der FGSV-Gremien die Vorgaben zum Qualitätsmanagement für die verschiedenen Produkte und Dienstleistungen im Straßen- und Verkehrswesen konkret ausgearbeitet.

- Angebot an Schulungen zur Anwendung des Qualitätsmanagements

Als Hilfestellung bei der Anwendung des Qualitätsmanagements auf der dritten bzw. der operativen Ebene sollte ein Schulungsangebot geschaffen werden. Diese Schulungen sollten nicht nur die Umsetzung der fachspezifischen Vorgaben in der Praxis umfassen, sondern auch als eine Fortbildung im Bereich Qualitätsmanagement für die Mitarbeiter dienen.

Eine wichtige Rolle bei der Entwicklung und Umsetzung des Qualitätsmanagements spielt die **Kommission K1 Qualitätsmanagement**. Bereits heute schon liegt die zentrale Aufgabe der Kommission darin, den Qualitätsgedanken innerhalb der FGSV umzusetzen und die Einführung des Qualitätsmanagements in der Praxis zu fördern. Diese Aufgabe gilt es auch in Zukunft fortzuführen und verstärkt zu betreiben. Darüber hinaus sollte die Kommission den weiteren Gremien bei der

---

Umsetzung der übergeordneten Vorgaben und der Ausgestaltung des Qualitätsmanagements beratend zur Seite stehen.

### *Aufgabenträger*

Die Anwendung des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen erfolgt schließlich auf der operativen Ebene, welche aufgrund des föderalen Systems in Deutschland von mehreren Aufgabenträgern ausgefüllt wird (FICHERT & GRANDJOT, 2007; GRANDJOT & BERNECKER, 2013; THALLER, 2013). Gemäß Kapitel 3.3.1 können diesen die Gebietskörperschaften bzw. der Bund, die Bundesländer und die Kommunen sowie Verkehrsnehmen zugeordnet werden.

Der **Bund** übernimmt dabei im Bereich des Straßen- und Verkehrswesens die Gesetzgebungskompetenz, wobei auch die Bundesländer über den Bundesrat einen Beitrag zur Gesetzgebung leisten. Darüber hinaus verwalten die Bundesländer die Bundesautobahnen, die Bundes- und Landstraßen sowie den öffentlichen Personennahverkehr. (FICHERT & GRANDJOT, 2007; GRANDJOT & BERNECKER, 2013; THALLER, 2013) Die **Bundesländer** nehmen zudem gegenüber dem Bund und den Kommunen eine vermittelnde Position ein. So nimmt der Bund durch finanzielle Zuwendungen Einfluss auf die Bundesländer und die Kommunen, die Kommunen wiederum richten ihre verkehrspolitischen Anliegen an die Bundesländer, die diese an den Bund weitergeben. (SCHWEDES, 2013) Die **Kommunen** können sowohl eigenverantwortlich als auch im Auftrag der Bundesländer handeln. In ihrem Verantwortungsbereich liegen kommunale Straßen und der öffentliche Personennahverkehr. (FICHERT & GRANDJOT, 2007; THALLER, 2013) Daneben stellen die **Verkehrsunternehmen** meist eine selbstständige organisatorische Einheit dar, die eine Verkehrsdienstleistung bereitstellt und für die Sicherung dessen Qualität verantwortlich ist (AMMOSER & HOPPE, 2006).

Zur Entwicklung und Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen können für die Aufgabenträger die folgenden Aufgaben identifiziert werden:

- Umsetzung der fachspezifischen Vorgaben  
Zur praktischen Umsetzung des umfassenden Qualitätsmanagements im Verkehrsbereich übertragen die Aufgabenträger die von den FGSV-Gremien formulierten Vorgaben auf ihre spezifischen Rahmenbedingungen. In Abhängigkeit von den finanziellen und personellen Ressourcen sollten bspw. die Vorgaben zur Erhebung der relevanten Qualitätskriterien in Art und Umfang von den Aufgabenträgern ausgewählt und ggf. angepasst werden.
- Formulierung von aufgabenträgerspezifischen Vorgaben  
Auf Grundlage der übertragenen fachspezifischen Vorgaben formulieren die Aufgabenträger eigene Vorgaben zum Qualitätsmanagement, die auf ihren Verantwortungsbereich und ihre Ressourcen zugeschnitten sind. Diese aufgabenträgerspezifischen Vorgaben sollten dabei in geeigneter Form festgehalten und bei sich ändernden Rahmenbedingungen fortgeschrieben werden.
- Kontinuierliche Durchführung des Qualitätsmanagements  
Die Aufgabenträger sollten basierend auf ihren festgelegten Vorgaben kontinuierlich ihre Leistungen bzw. die Qualität ihrer Leistungen messen und überwachen (Monitoring). Dies ermöglicht zum einen das frühzeitige Erkennen von Mängeln, wie z. B. von Unfallschwerpunkten, und zum anderen die Belegbarkeit des effizienten Mitteleinsatzes gegenüber der normativen und strategischen Ebene. Weiterhin kann durch die Dokumentation der Qualität ein positives Qualitätsimage der Aufgabenträger und eine höhere Rechtssicherheit in Haftungs- und Schadenersatzfragen geschaffen werden.

In Tabelle 11 sind die Zuständigkeiten mit deren Aufgabenbereich bestehend aus der übergeordneten Aufgabe und den zu formulierenden Vorgaben bei der Umsetzung des Qualitätsmanagements zusammengestellt.

Tabelle 11: Zuständigkeiten, deren übergeordnete Aufgabe sowie formulierte Vorgaben bei der Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements

| Zuständigkeit     | Aufgabenbereich                          |  |
|-------------------|--|--|
|                   | Übergeordnete Aufgabe                    | Formulierung von Vorgaben zur Umsetzung                    |
| BMVI/FGSV-Leitung | Initialisierung des Qualitätsmanagements | Übergeordnete Vorgaben zum Qualitätsmanagement             |
| FGSV-Gremien      | Spezifizierung des Qualitätsmanagements  | Fachspezifische Vorgaben zum Qualitätsmanagement           |
| Aufgabenträger    | Anwendung des Qualitätsmanagements       | Aufgabenträgerspezifische Aussagen zum Qualitätsmanagement |

Bei der Einführung eines umfassenden Qualitätsmanagements sollten die einzelnen Zuständigkeiten einbezogen werden. Dies erhöht nicht nur die Motivation, Qualitätsmanagement zu leben, sondern verbessert auch das Verständnis der bereits bestehenden Prozesse als Grundlage der Prozessbeschreibungen für das Qualitätsmanagement. Die hat weiterhin den Vorteil, dass die Beteiligten das Qualitätsmanagement selbst als eine Unterstützung der qualitätsorientierten Erfüllung ihrer Aufgaben betrachten.

### 5.2.2 Berücksichtigung von übergeordneten Anforderungen an ein Qualitätsmanagement und an dessen Ausgestaltung

In einem umfassenden Qualitätsmanagementansatz für das Straßen- und Verkehrswesen sollten die grundlegenden Anforderungen, die an ein Qualitätsmanagement gestellt werden, berücksichtigt werden. Diese Anforderungen beziehen sich zum einen auf das Qualitätsmanagement selbst und stellen zum anderen Vorgaben zur Entwicklung und Ausgestaltung des koordinierten und in weiteren Entwicklungsstufen auch integrierten Qualitätsmanagementansatzes dar.

In DIN EN ISO 9000:2015-11 werden sieben Grundsätze des Qualitätsmanagements aufgeführt, die die Leistungsfähigkeit der Organisationen sicherstellen sollen:

- Kundenorientierung,
- Führung,
- Einbeziehen von Personen,
- prozessorientierter Ansatz,
- Verbesserung,
- faktengestützte Entscheidungsfindung und
- Beziehungsmanagement.

Diese Grundsätze können nach BLEES (2004) prinzipiell auch auf das Straßen- und Verkehrswesen übertragen werden, wobei sich die Grundsätze Führung, Einbeziehen von Personen und Beziehungsmanagement nicht auf die Konzepterstellung des Qualitätsmanagements, sondern eher auf dessen Umsetzung beziehen (JENTSCH, 2009).

REUßWIG (2005) greift diese Grundsätze auf und benennt mit

- Effizienz,
- Flexibilität,
- Transparenz und
- Übertragbarkeit

vier Verfahrensziele eines Qualitätsmanagements, die den Grundsätzen aus DIN EN ISO 9000:2015-11 zugeordnet werden können. In Abbildung 25 sind die genannten Verfahrensziele den Grundsätzen des Qualitätsmanagements nach DIN EN ISO 9000:2015-11 gegenübergestellt.

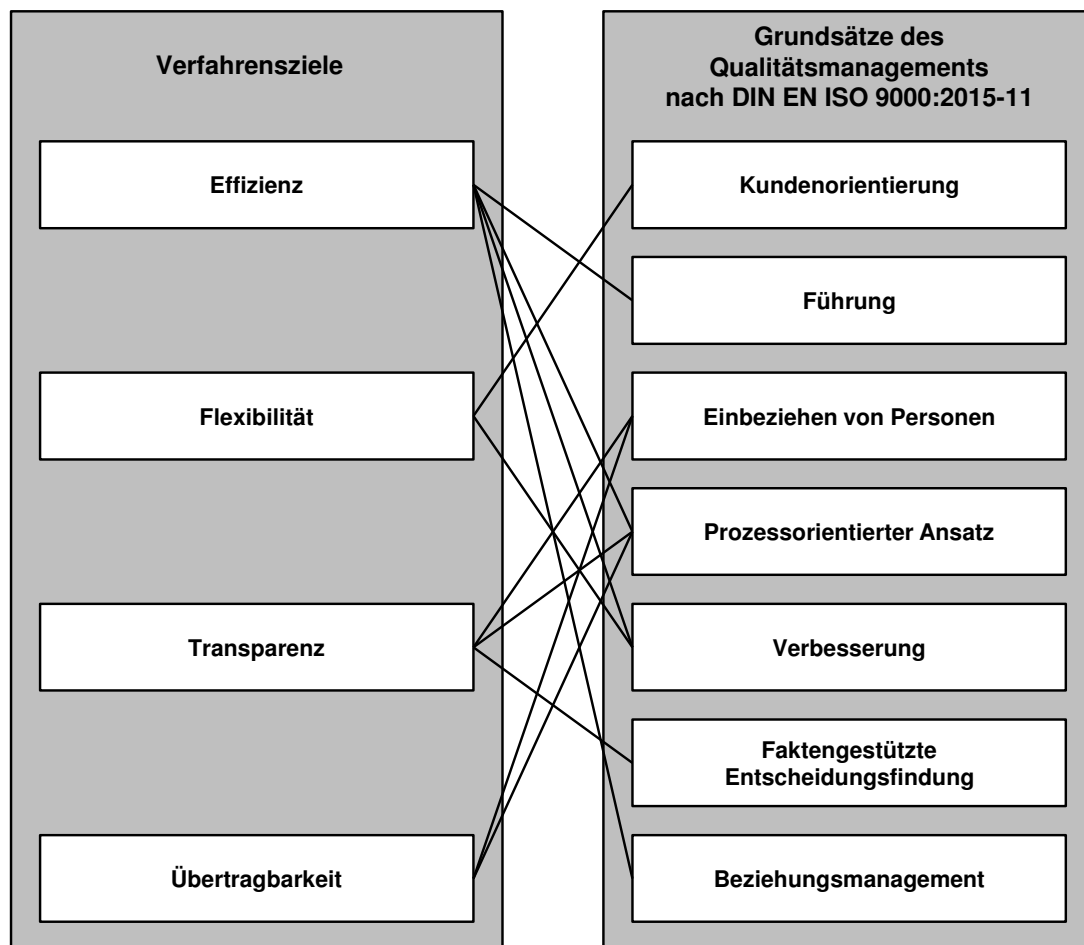


Abbildung 25: Gegenüberstellung der Verfahrensziele und Grundsätze des Qualitätsmanagements nach DIN EN ISO 9000:2015-11

Im Folgenden wird die in Abbildung 25 dargestellte Gegenüberstellung der vier Verfahrensziele und der Grundsätze des Qualitätsmanagements näher beschrieben, wobei eine Strukturierung nach den Verfahrenszielen gewählt wurde. Daneben werden grundlegende übergeordnete Anforderungen an ein Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen aufgeführt, welche bei der Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements zu berücksichtigen sind.

### *Effizienz*

In erster Linie soll ein umfassendes Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen nach der Zufriedenheit der Kunden bzw. Verkehrsteilnehmer und nach Effizienz streben. So können mittels einer effizienten Gestaltung von Prozessabläufen sich überschneidende Abläufe reduziert und die Qualität des jeweiligen Ergebnisses verbessert werden. Darüber hinaus kann Qualitätsmanagement einen effizienten Einsatz von Ressourcen unterstützen, wodurch die knappen öffentlichen Finanzmittel wirkungsvoll eingesetzt werden können.

Diese Anforderungen können dem Grundsatz des **prozessorientierten Ansatzes** zugeordnet werden, der besagt, dass das Ergebnis effizienter erreicht wird, wenn die Tätigkeiten und die benötigten Ressourcen als Prozess geführt werden (DIN EN ISO 9000:2015-11). Damit das Ergebnis

---

zudem dauerhaft die an es gestellten Anforderungen erfüllen kann, ist eine kontinuierliche Verbesserung des Ergebnisses und der damit verbundenen Prozesse anzustreben, womit die Effizienz der Prozesse gewährleistet werden kann. Verantwortung für die Gestaltung der Prozesse liegt innerhalb der **Führung** bzw. der normativen Ebene, die „auf allen Ebenen die Übereinstimmung von Zweck und Ausrichtung sowie Bedingungen“ schaffen, „unter denen Personen in die Erreichung der Qualitätsziele der Organisation einbezogen sind (DIN EN ISO 9000:2015-11). Einen weiteren Einflussfaktor auf die Effizienz stellen die Beziehungen zwischen der Organisation und den interessierten Parteien dar, wobei zwischen den Beziehungen von Organisation und Kunden sowie Organisation und Lieferanten unterschieden wird. Übertragen auf die Akteure im Straßen- und Verkehrswesen sind die Beziehungen zwischen Politik (Organisation) und Verkehrsteilnehmer (Kunde) sowie Politik (Organisation) und Aufgabenträger (Lieferanten) von Bedeutung. Dabei ist insbesondere die Beziehung zwischen Politik und Aufgabenträger von gegenseitigem Nutzen geprägt. Die Aufgabenträger benötigen zur Erfüllung ihrer verkehrspolitischen Aufgaben finanzielle Zuwendung seitens der Politik, wohingegen für die Politik die Aufgabenträger die ausführenden Organe ihrer politischen Entscheidungen sind und somit unmittelbar Einfluss auf die Qualität eines Produkts bzw. einer Dienstleistung und die Zufriedenheit der Verkehrsteilnehmer nehmen. Folglich können die Grundsätze der **Verbesserung** sowie des **Beziehungsmanagements** gemäß DIN EN ISO 9000:2015-11 ebenfalls dem Verfahrensziel Effizienz zugeordnet werden.

Insgesamt können die folgenden übergeordneten Anforderungen an ein Qualitätsmanagement selbst und an dessen Ausgestaltung im Straßen- und Verkehrswesen bezüglich des Verfahrensziels Effizienz genannt werden:

- angemessener Mitteleinsatz zur Umsetzung und zum Ablauf des Qualitätsmanagements,
- Aufwandsoptimierung in den Prozessen, u. a. durch Automatisierung der Datenerfassung und gemeinsame Nutzung von vorhandenen Ressourcen und Daten,
- Identifikation und Reduzierung von sich überschneidenden Abläufen in den Prozessen,
- Integration bereits etablierter Prozessabläufe in das Qualitätsmanagement,
- Gestaltung von strukturierten Prozessen für die Verantwortlichen,
- Gestaltung effektiver Kommunikationsstrukturen und
- akteursübergreifende, kontinuierliche Pflege bzw. Verbesserung der umgesetzten Prozessabläufe und der Qualität der Ergebnisse.

### *Flexibilität*

Im Rahmen eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen sollten alle im Verkehrswesen auftretenden Ergebnisse, Prozesse und Lebensphasen aber auch die verschiedenen Verkehrsmittel, Akteure und Oberziele des Verkehrs berücksichtigt werden. Die damit einhergehende hohe Komplexität erfordert einen schrittweisen Ansatz zur Umsetzung des Qualitätsmanagements. Solch ein Umsetzungsansatz hat darüber hinaus den Vorteil, dass der Qualitätsmanagementansatz an sich ändernde Anforderungen angepasst werden kann. So können einerseits Verbesserungen innerhalb von Prozessabläufen, die im Rahmen des Grundsatzes der **Verbesserung** identifiziert werden konnten, Berücksichtigung finden. Andererseits kann flexibel auf die Anforderungen der Kunden bzw. der Verkehrsteilnehmer eingegangen werden, was dem Grundsatz der **Kundenorientierung** entspricht. Um dies zu ermöglichen, erscheint es sinnvoll, das komplexe Gesamtsystem des Straßen- und Verkehrswesens in standardisierte Einzelbausteine, sogenannte Module, zu unterteilen.

Für das Verfahrensziel Flexibilität können im Ganzen folgende übergeordnete Anforderungen an ein Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen zugeordnet werden:

- schrittweise Einführung durch Modularisierung des Qualitätsmanagements,
- Unterstützung der Aggregation von Qualitätskennzahlen durch Modularisierung,

- 
- Wahrung eines ausgewogenen Verhältnisses von Detaillierung und Flexibilität in Handlungsleitfäden und Arbeitsanweisungen und
  - Anpassungsfähigkeit bei Änderung der Prozessabläufe oder der Anforderungen der Verkehrsteilnehmer.

### *Transparenz*

Die Verfahrensziele Transparenz und Effizienz stehen im Rahmen des Qualitätsmanagements in einem engen Zusammenhang miteinander. So kann eine hohe Effizienz erst ermöglicht werden, wenn die Zusammenhänge zwischen der Qualität und den eingesetzten Ressourcen transparent dargelegt werden. Zudem können so die knappen öffentlichen Finanzmittel zielgerichtet eingesetzt werden. Ein weiterer Aspekt ist in der transparenten Gestaltung von Prozessabläufen zu sehen. Gemäß dem Grundsatz des **prozessorientierten Ansatzes** können Prozesse, die als ein „kohärentes System funktionieren, verstanden, geleitet und gelenkt“ werden, zur Steigerung der Effizienz des Qualitätsmanagementansatzes beitragen (DIN EN ISO 9000:2015-11). Des Weiteren wird die Transparenz zwischen der Qualität, den Prozessabläufen und der Ressourcen durch eine umfassende Dokumentation unterstützt, die dazu eine Grundlage zur Abwägung und Entscheidung von Handlungskonzepten darstellen. Dies kann in den Grundsatz der **faktengestützten Entscheidungsfindung** eingeordnet werden. Dieser Grundsatz besagt zudem, dass für wirksame Entscheidungen die Analyse von Daten und Informationen im Zuge des Qualitätsmanagements ein weiterer wichtiger Aspekt darstellt (DIN EN ISO 9000:2015-11).

Um ein umfassendes Qualitätsmanagement erfolgreich umzusetzen und effizient zu betreiben, sollten frühzeitig alle Akteure in die Entwicklung und Umsetzung eingebunden werden, was dem Grundsatz des **Einbeziehens von Personen** entspricht. Dies trägt nicht nur zur Motivation der Akteure, Qualitätsmanagement in ihren beruflichen Alltag zu integrieren, sondern auch dazu bei, dass sich diese nicht bei ihren Aufgaben kontrolliert fühlen.

Folgende übergeordnete Anforderungen an ein Qualitätsmanagement selbst und an dessen Ausgestaltung können im Straßen- und Verkehrswesen für das Verfahrensziel Transparenz aufgezeigt werden:

- Nachvollziehbarkeit der Prozesse und der Verantwortlichkeiten,
- lückenlose und umfassende Dokumentation der Qualität als Grundlage zur Entscheidungsfindung von Handlungskonzepten,
- Unterstützung des Reportings bzw. Monitorings auf verschiedenen Akteursebenen,
- Berücksichtigung der Datenschutzbedürfnisse und Datenschutzbestimmungen und
- Integration aller Akteure im Straßen- und Verkehrswesen.

### *Übertragbarkeit*

Ein umfassendes Qualitätsmanagement zeichnet sich vor allem durch einen einheitlichen Rahmen für Qualitätsmessung und -überwachung der einzelnen Produkte und Dienstleistungen im Straßen- und Verkehrswesen aus. Dieser Rahmen ermöglicht die Anwendbarkeit bzw. Übertragbarkeit des Qualitätsmanagementansatzes auf die verschiedenen Akteure und ihre spezifischen Gegebenheiten z. B. bezüglich der verfügbaren Finanzen. So sollten gemäß dem Grundsatz des **Einbeziehens von Personen** alle Akteure bei der Entwicklung und Umsetzung des Qualitätsmanagements berücksichtigt werden. Der Grundsatz des **prozessorientierten Ansatzes** unterstützt ebenfalls den Gedanken der Übertragbarkeit des Qualitätsmanagementansatzes. Durch die Betrachtung der Prozesse als System können überschneidende Abläufe entdeckt und Synergien bei den Prozessen erkannt werden, was zugleich zum besseren Verständnis der einzelnen Prozessabläufe beiträgt.

Folgende übergeordnete Anforderungen an ein Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen können in Bezug auf das Verfahrensziel Übertragbarkeit angeführt werden:



- einheitlicher Gestaltungsrahmen zur Anwendung bzw. Übertragung auf andere Akteure,
- Festlegung einheitlicher Qualitätsmerkmale und -standards zu deren Vergleichbarkeit sowie
- Ausrichtung auf spezifische Methoden und Verfahren im Straßen- und Verkehrswesen.

### 5.3 Aufgaben zur Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements

In einem umfassenden und koordinierten Qualitätsmanagement müssen alle im Verkehrswesen auftretenden Produkte, Dienstleistungen, Prozesse und Lebensphasen berücksichtigt werden. Darüber hinaus sollten die verschiedenen Verkehrsmittel, Akteure und Oberziele des Verkehrs sowie auch bereits bestehende Organisationsstrukturen und Prozesse sukzessive in das Qualitätsmanagement integriert werden. Auf Grund dieser hohen Komplexität erscheint es sinnvoll und notwendig, ein umfassendes Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen schrittweise umzusetzen.

Für die Einführung eines koordinierten Qualitätsmanagements werden in WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT (2013) bereits einige erforderliche Schritte benannt, wie bspw. die klare Definition von Zielen, die Entwicklung neuer Instrumente zur Qualitätsüberwachung und Qualitätsverbesserung, die von Seiten des BMVI zu prüfen sind. Unter Berücksichtigung dieser Punkte und der grundlegenden Anforderungen aus Kapitel 5.2.2 kann für einen hierarchisch gegliederten Gesamtansatz des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen ein schrittweiser Ansatz zur Umsetzung abgeleitet werden.

Durch die Abbildung der erforderlichen Informationen zum Qualitätsmanagement im **Technischen Regelwerk** der FGSV kann eine gute Grundlage zur Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagement für das Straßen- und Verkehrswesen in der Praxis geschaffen werden. Diese einzelnen Informationen zum Qualitätsmanagement unterstützen Anwender in der Praxis, aber noch nicht in der Gestaltung der spezifischen Ausführung des Qualitätsmanagements. Hierfür sollte zusätzlich Hilfestellung durch **Leitfäden** gegeben werden, die im Sinne eines Qualitätsmanagement-Handbuchs auf Prozesse innerhalb des Qualitätsmanagements ausgerichtet sind. Diese Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) ermöglichen u. a. eine einheitliche Vorgehensweise bei der Qualitätsermittlung und -dokumentation der einzelnen Produkte sowie Dienstleistungen und gewährleisten so eine Vergleichbarkeit der Produkte bzw. Dienstleistungen. Um ein umfassendes Qualitätsmanagement für das Straßen- und Verkehrswesen in der Praxis zu etablieren, können somit die Handlungssäulen „Umsetzung im Technischen Regelwerk“ und „Umsetzung als Leitfäden“ abgeleitet werden. Die zwei Säulen „Umsetzung im Technischen Regelwerk“ und „Umsetzung als Leitfäden“ sind gemeinsam mit den ihnen zugeordneten Aufgaben in Abbildung 26 veranschaulicht.

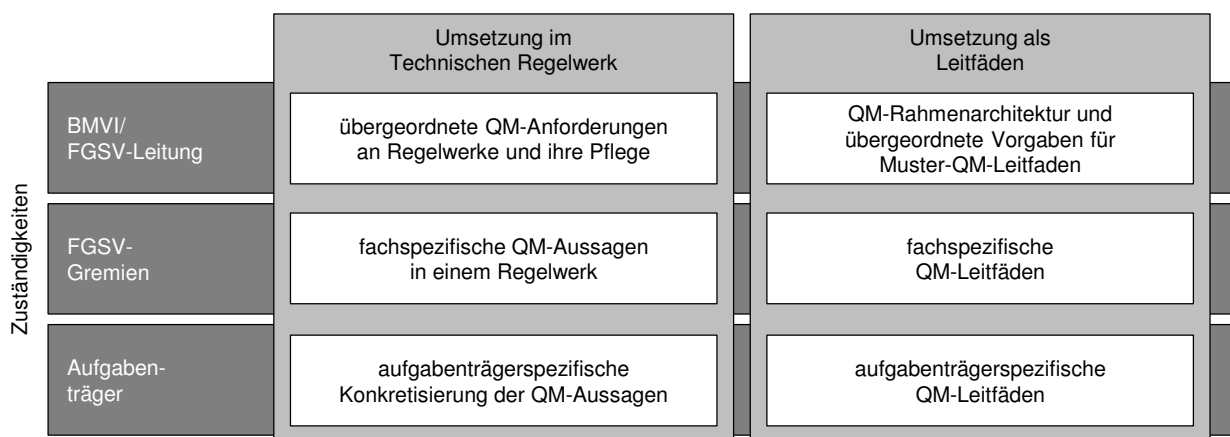


Abbildung 26: Aufgaben zur Umsetzung des Qualitätsmanagements (Quelle: BOLTZE ET AL., 2014A; BOLTZE ET AL., 2014B)

---

Der Säule „**Umsetzung im Technischen Regelwerk**“ können folgende Aufgaben zur Umsetzung des Qualitätsmanagements zugeordnet werden, die nach den in Kapitel 5.2.1 beschriebenen Zuständigkeitsebenen unterteilt sind:

- Formulierung von Anforderungen zum Qualitätsmanagement an Regelwerke und Wissensdokumente sowie ihre Pflege durch das BMVI und die FGSV-Leitung,
- Formulierung fachspezifischer Aussagen zum Qualitätsmanagement in einem Regelwerk und Wissensdokument durch die jeweils zuständigen FGSV-Gremien,
- Konkretisierung der Aussagen zum Qualitätsmanagement anhand aufgabenträgerspezifischer Rahmenbedingungen.

Die Säule „**Umsetzung als Leitfäden**“ kann strukturiert nach den jeweiligen Zuständigkeiten in nachfolgende Aufgaben aufgeteilt werden:

- Entwicklung einer Rahmenarchitektur des Qualitätsmanagements und Formulierung von übergeordneten Vorgaben für einen Muster-QM-Leitfaden durch das BMVI und die FGSV-Leitung,
- Erstellung von fachspezifischen QM-Leitfäden durch die jeweils zuständigen FGSV-Gremien,
- Anwendung der fachspezifischen QM-Leitfäden durch die Aufgabenträger und Erstellung von aufgabenträgerspezifischen QM-Leitfäden.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die beiden oben genannten Handlungssäulen „Umsetzung im Technischen Regelwerk“ und „Umsetzung als Leitfäden“ näher beschrieben.

### 5.3.1 Umsetzung im Technischen Regelwerk

Um ein umfassendes Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen in der Praxis umsetzen zu können, sollte eine Grundlage im Technischen Regelwerk geschaffen werden. Wie die Auswertung im Rahmen von BOLTZE ET AL. (2014) zeigte, bietet das Technische Regelwerk der FGSV bereits zu vielen Bestandteilen des Qualitätsmanagements umfassende Hinweise. Dennoch finden sich auch noch systematische Lücken, die produkt-, dienstleistungs-, verkehrsart- und lebensphasenübergreifend zu beobachten sind. Dies betrifft insbesondere die Ermittlung von Kundenanforderungen und die stetige Verbesserung des Qualitätsmanagements (vgl. Kapitel 4.2.1).

Daneben ist die **Entwicklung einer Gesamtstruktur** des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen von wesentlicher Bedeutung. Zur Umsetzung einer solchen Struktur des Qualitätsmanagements im Technischen Regelwerk sind zunächst Anforderungen an ein Qualitätsmanagement selbst und an dessen Ausgestaltung zu berücksichtigen, die in Kapitel 5.2.2 dargestellt sind.

Weiterhin sollten **Anforderungen an die qualitätsrelevanten Aussagen** in den einzelnen FGSV-Regelwerken und -Wissensdokumenten beachtet werden, welche die einheitliche Gestaltung, den Inhalt und die Vollständigkeit von Aussagen zum Qualitätsmanagement betreffen. So sollten bspw. zu allen Elementen des Qualitätsmanagements (vgl. Kapitel 3.4) und allen Lebensphasen (vgl. Kapitel 3.7) für alle relevanten Produkte und Dienstleistungen (vgl. Kapitel 3.6) bzw. für alle definierten Module im Straßen- und Verkehrswesen qualitätsrelevante Aussagen zu finden sein.

Im nächsten Schritt sollten die vom BMVI gestellten **übergeordneten Anforderungen** von den FGSV-Gremien durch **fachspezifische Aussagen** des Qualitätsmanagements im jeweiligen Regelwerk ausformuliert werden. Die FGSV-Gremien sorgen dafür, dass die Aussagen im Technischen Regelwerk nachvollziehbar, vollständig und quantifiziert sind. Durch gremienübergreifende Plausibilitätsprüfungen soll gewährleistet werden, dass keine widersprüchlichen und doppelten Anforderungen sowie Festlegungen in den einzelnen Regelwerken und Wissensdokumenten auftreten, wodurch zudem die Nutzerfreundlichkeit des Technischen Regelwerks erhöht wird.

---

Schließlich sollten für die Umsetzung des Qualitätsmanagements noch die fachspezifischen Qualitätsmanagementaussagen durch die jeweiligen Aufgabenträger konkretisiert werden. Bei dieser **aufgabenträgerspezifischen Konkretisierung** können die qualitätsbezogenen Aussagen in einem Regelwerk oder Wissensdokument auf die spezifischen Rahmenbedingungen der Aufgabenträger, wie bspw. Ausstattung der Infrastruktur oder Finanzmittel, ausgerichtet werden.

Als konkretes Beispiel für solche Qualitätsmanagementaussagen kann die Einhaltung der Grenzwerte der Immissionen genannt werden, welche durch europäische Richtlinien gefordert und vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) in nationales Recht umgesetzt wurden (siehe z. B. 16. BImSchV). Seitens der FGSV-Gremien werden dem Aufgabenträger u. a. die Berechnungsmethode des Beurteilungspegels und Möglichkeiten zur Minderung von Lärmeinwirkungen aufgezeigt (siehe z. B. FGSV, 1992A). Mit den für sie möglichen Ressourcen können schließlich die Aufgabenträger Möglichkeiten ergreifen, die im besten Fall nicht nur eine Einhaltung der Grenzwerte sondern auch eine definierte Unterschreitung sicherstellen.

### 5.3.2 Umsetzung als Leitfäden

Neben der Verankerung von Aussagen zum Qualitätsmanagement im Technischen Regelwerk erscheint es sinnvoll, die Umsetzung des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen durch Leitfäden zu unterstützen. Während das Technische Regelwerk bereits alle fachlichen Informationen bereitstellt, sollten die **Leitfäden des Qualitätsmanagements** (QM-Leitfäden) auf die Umsetzung des Qualitätsmanagements in der Praxis (im Sinne eines Qualitätsmanagement-Handbuchs) ausgerichtet werden. Wie in Kapitel 5.2.1 beschrieben, sollte diese praktische Umsetzung letztendlich auf der operativen Ebene bzw. auf der Ebene der Aufgabenträger erfolgen, die für die Planung, den Bau, den Betrieb und ggf. die Umnutzung bzw. den Rückbau des Verkehrssystems und dessen einzelnen Bestandteile verantwortlich sind. Die QM-Leitfäden sollen den Aufgabenträgern die Einführung und Anwendung eines Qualitätsmanagements in ihrem Verantwortungsbereich erleichtern. Somit sollten sich die QM-Leitfäden in erster Linie an die Aufgabenträger richten.

Für die Konzeption der QM-Leitfäden für die Aufgabenträger sollte jedoch zunächst eine theoretische Grundlage auf der normativen Ebene und strategischen Ebene geschaffen werden. Zum einen sollten von Seiten der normativen Ebene, d. h. von Seiten des BMVI/der Leitung der FGSV, Vorgaben zur einheitlichen Gestaltung und Vollständigkeit von qualitätsrelevanten Aussagen sowie der Pflege des Qualitätsmanagements bzw. der QM-Leitfäden formuliert werden. Zum anderen sollte die strategische Ebene bzw. die FGSV-Gremien diese Vorgaben für die einzelnen Produkte, Dienstleistungen, Prozesse und Lebensphasen, die im Rahmen des Straßen- und Verkehrswesens auftreten (vgl. Kapitel 3.6), ausgestalten.

Auf Grundlage dieser Ebenenstruktur wird daher für die Umsetzung des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen eine dreistufige Dokumentationsstruktur empfohlen. Diese Dokumentationsstruktur ist in Tabelle 12 mit den möglichen Inhalten mit den Zuständigkeiten dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben.

Tabelle 12: Dokumentationsstruktur des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen

| Bezeichnung                             | Mögliche Inhalte   | Zuständigkeit         |
|---|--|-----------------------|
| übergeordnetes Rahmendokument           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abbildung der Rahmenarchitektur des Qualitätsmanagements,</li> <li>▪ Zusammenhänge zwischen den Modulen,</li> <li>▪ einheitlicher Rahmen des Qualitätsmanagements der Module,</li> <li>▪ Vorgaben zu Inhalten von fachspezifischen QM-Leitfäden.</li> </ul> | BMVI/<br>FGSV-Leitung |
| fachspezifische QM-Leitfäden            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ detaillierte Vorgaben zur Qualitätsmessung und -sicherung der Module,</li> <li>▪ Spezifizierung der Module,</li> <li>▪ Handlungsanweisungen für Aufgabenträger.</li> </ul>  | FGSV-Gremien          |
| aufgabenträger-spezifische QM-Leitfäden | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Übertrag der Modulspezifizierung auf Gegebenheiten,</li> <li>▪ Konkrete Arbeitsanweisungen zur Qualitätsmessung der Module.</li> </ul>  | Aufgabenträger        |

### *Übergeordnetes Rahmendokument*

Die oberste Stufe in der Dokumentationsstruktur bildet ein übergeordnetes Rahmendokument, das vom BMVI in Abstimmung mit der FGSV-Leitung zur Verfügung gestellt werden sollte. Dieses Rahmendokument sollte neben der **Rahmenarchitektur eines Qualitätsmanagements** mit der gewählten **Modularisierung** des komplexen Gesamtsystems des Straßen- und Verkehrswesens auch einen einheitlichen Rahmen des Qualitätsmanagements der Module beinhalten. Zudem sollten ebenfalls **übergeordnete Vorgaben** hinsichtlich der Gestaltung und des Inhalts der fachspezifischen QM-Leitfäden enthalten.

### *Fachspezifische QM-Leitfäden*

Aufbauend auf den Vorgaben im übergeordneten Rahmendokument sollten fachspezifische QM-Leitfäden von den FGSV-Gremien für die einzelnen Produkte und Dienstleistungen im Straßen- und Verkehrswesen erarbeitet werden. Diese QM-Leitfäden beinhalten **eindeutige, einheitliche und quantifizierte Aussagen zum Qualitätsmanagement** für jedes Produkte und jede Dienstleistung in einzelnen oder allen Lebensphasen. So kann bspw. ein QM-Leitfaden für die Lichtsignalanlage u. a. Aussagen über die Art, den Umfang und den Turnus der relevanten Überwachungsmaßnahmen während der einzelnen Lebensphasen einer Lichtsignalanlage beinhalten. Diese eher allgemeingültigen QM-Leitfäden können Beschreibungen basierend auf den gesetzlichen Vorgaben, dem bestehenden Technischen Regelwerk und Forschungsergebnissen beinhalten, die alle Aufgabenträger gleichermaßen betreffen.

### *Aufgabenträgerspezifische QM-Leitfäden*

Zur praktischen Umsetzung des Qualitätsmanagements können schließlich auf der letzten Stufe die Aufgabenträger fachspezifische QM-Leitfäden nutzen, um deren Inhalte auf ihre **spezifischen Gegebenheiten** bspw. hinsichtlich der verfügbaren Finanzmittel und der technischen Infrastruktur zu übertragen. Die dadurch entstehenden aufgabenträgerspezifischen QM-Leitfäden stellen dabei eine konkrete **Arbeitshilfe bzw. Arbeitsanweisung** für die Aufgabenträger dar, wie in der jeweiligen Lebensphase die Qualität des entsprechenden Moduls gemessen, beurteilt und sichergestellt werden kann. Darüber hinaus dokumentiert der aufgabenträgerspezifische QM-Leitfaden die verfolgten Leitlinien sowie die Qualitätsziele und legt die Zuständigkeiten innerhalb des Aufgabenbereichs der Aufgabenträger fest.

## 5.4 Fazit

In diesem Kapitel wurden zunächst die Rahmenbedingungen für die Entwicklung und Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements festgelegt, indem die Zuständigkeiten und Aufgabenbereiche bei der Umsetzung definiert sowie die übergeordneten Anforderungen an ein

---

Qualitätsmanagement und an dessen Ausgestaltung beschrieben wurden. Zudem wurden die Aufgaben zur schrittweisen Umsetzung eines Qualitätsmanagements beschrieben, die in die zwei Handlungsleitlinien „Umsetzung im Technischen Regelwerk“ und „Umsetzung als Leitfäden“ unterteilt wurden.

Um letztendlich die fachspezifischen Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) entwickeln bzw. gestalten zu können, ist jedoch zunächst das komplexe Gesamtsystem des Straßen- und Verkehrswesens in standardisierte Einzelbausteine, sogenannte Module, zu unterteilen (vgl. Kapitel 6). Auf der Grundlage dieser Modularisierung werden schließlich der schrittweise Aufbau des Qualitätsmanagements und die flexible Anpassung an sich ändernde Anforderungen seitens der Akteure ermöglicht.

Darüber hinaus stellen die fachspezifischen QM-Leitfäden eine Ergänzung zu dem bereits bestehenden Technischen Regelwerk dar. Somit sind die Inhalte der QM-Leitfäden und die der einzelnen Regelwerke und Wissensdokumente eindeutig voneinander abzugrenzen, um mögliche Überschneidungen bzw. Dopplungen zu vermeiden (vgl. Kapitel 7). In den folgenden Kapiteln wird für die fachspezifischen QM-Leitfäden der Begriff „QM-Leitfäden“ synonym verwendet.

---

## 6 Modularisierung des Straßen- und Verkehrswesens

---

### 6.1 Einführung

Ein umfassendes Qualitätsmanagement sollte neben den Oberzielen des Verkehrs alle im Verkehrswesen auftretenden Produkte, Dienstleistungen, Prozesse und Lebensphasen berücksichtigen. Um dies zu ermöglichen, erscheint es sinnvoll, das dadurch komplexe Gesamtsystem des Straßen- und Verkehrswesens in eigenständige und kombinierbare Bausteine (Module) zu unterteilen. Für diese Modularisierung spricht, dass das Qualitätsmanagement damit flexibel wird, schrittweise aufgebaut werden kann und sich daher an Veränderungen der Anforderungen seitens der Akteure anpassen kann. Zudem kann der Aufwand bei der Einführung des Qualitätsmanagements angepasst werden, da die Module nacheinander umgesetzt werden können und entsprechend eine schrittweise Implementierung ermöglicht wird.

Für die Modularisierung des Straßen- und Verkehrswesens werden folgende Schritte empfohlen:

- Beschreibung, Strukturierung und Spezifizierung von Grundmodulen (ggf. auch von Submodulen),
- Beschreibung, Strukturierung und Spezifizierung von übergeordneten Modulen,
- Identifikation und Analyse der Verknüpfungen und Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Modulen.

Im Rahmen dieses Kapitels werden aufbauend auf den genannten Schritten daher zunächst die grundlegenden Begriffe der Modularisierung definiert und Kriterien zur Abgrenzung der einzelnen Module bestimmt. Anschließend werden auf der Grundlage der im Straßen- und Verkehrswesen auftretenden Produkte, Dienstleistungen und Lebensphasen Module gebildet, die für die Erstellung der Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) herangezogen werden. Darüber hinaus wird kurz auf die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Modulen eingegangen.

Wesentliche Grundlage für dieses Kapitel stellt JENTSCH (2009) dar, welcher bereits für den Stadtverkehr die wesentlichen Grundmodule abgegrenzt und die übergeordnete Module nach verschiedenen Kriterien hergeleitet bzw. erläutert hat. Diese Vorarbeit wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit aufgegriffen und auf das Straßen- und Verkehrswesen erweitert.

### 6.2 Begriffe der Modularisierung

Das Straßen- und Verkehrswesen stellt u. a. aufgrund der zahlreichen Produkte, Dienstleistungen, Verkehrsmittel und Akteuren für die Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements einen komplexen Gegenstand dar. Um eine schrittweise Umsetzung des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen zu ermöglichen, wurde bereits in JENTSCH (2009) und BOLTZE ET AL. (2014A) eine Modularisierung angeregt, welche die Vielfaltproblematik lösen könnte (KERSTEN & KOPPENHAGEN, 2002). Die Modularisierung beschreibt dabei die Aufteilung eines Betrachtungsgegenstandes in einzelne kombinierbare Bausteine bzw. Module, die gemäß BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT (O.J.) jeweils ein „austauschbares, komplexes Element innerhalb eines Gesamtsystems, eines Gerätes oder einer Maschine, das eine geschlossene Funktionseinheit bildet“ darstellen.

Zur Modularisierung des Straßen- und Verkehrswesens werden im Rahmen dieser Arbeit drei Arten von Modulen unterschieden. Die Basis bilden dabei die **Grundmodule**, die sich aus einzelnen untergeordneten Modulen, den **Submodulen**, zusammensetzen können. Die dritte Stufe bilden dann die übergeordneten Module, welche nach JENTSCH (2009) eine Aggregation der Grundmodule darstellen. Ein Grundmodul kann dabei aber nicht nur einem einzigen, sondern auch mehreren

**übergeordneten Modulen** zugeordnet werden. Dieser generelle Zusammenhang zwischen den einzelnen Modularten ist in Abbildung 27 dargestellt.

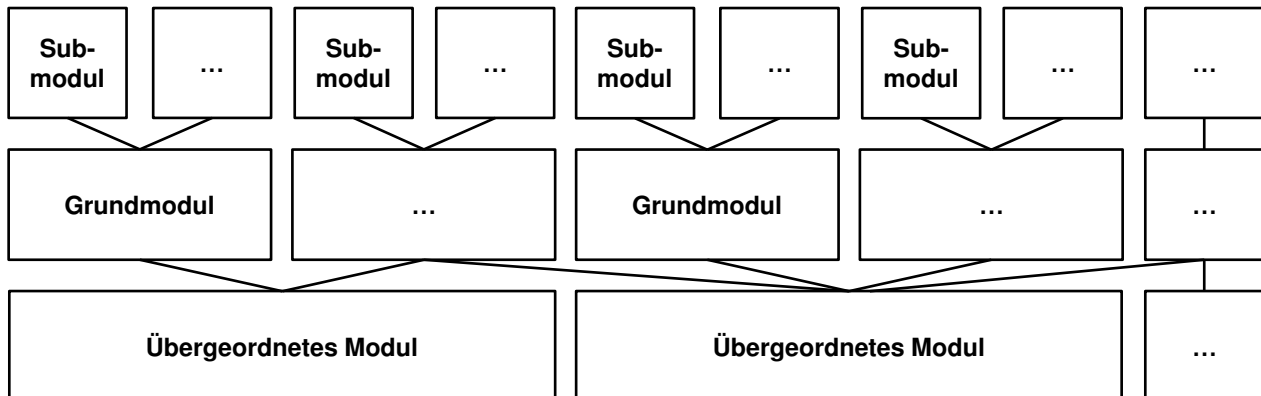


Abbildung 27: Genereller Zusammenhang zwischen den Modularten (angelehnt an BOLTZE ET AL., 2014A)

Nachfolgend werden die Modularten Submodul, Grundmodul und übergeordnetes Modul näher beschrieben.

### *Submodul*

Im Rahmen eines umfassenden Qualitätsmanagements stellt ein Submodul den kleinsten Baustein dar. Dieser umfasst die Aufteilung in die einzelnen **Qualitätsmanagementelemente** (Qualitätsplanung, -lenkung, -sicherung und -verbesserung) innerhalb einer Lebensphase eines Produkts oder einer Dienstleistung. Submodule umfassen folglich nur ausgewählte Aspekte zum Qualitätsmanagement des jeweils betrachteten Produkts oder der jeweils betrachteten Dienstleistung. So beinhaltet bspw. ein Submodul zur Qualitätsplanung lediglich Aussagen u. a. zu den strategischen Zielen und den Qualitätsmerkmalen, aber nicht zu Überwachungs- und Korrekturmaßnahmen (vgl. Kapitel 3.4). Um jedoch das Qualitätsmanagement für die einzelnen Produkte und Dienstleistungen im Ganzen abbilden zu können, bedarf es der Kombination der Submodule aller Qualitätsmanagementelemente. Daher ist nicht zu empfehlen, die Submodule einzeln sondern gebündelt umzusetzen (vgl. Grundmodul).

### *Grundmodul*

Die **Bündelung von einzelnen Submodulen** des jeweiligen Produkts bzw. der jeweiligen Dienstleistung wird als Grundmodul bezeichnet. Diese Grundmodule bilden die **Basis der modularen Gesamtstruktur** des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen. Dabei beinhalten sie einerseits alle Qualitätsmanagementelemente, die im Rahmen eines Qualitätsmanagements auftreten. Andererseits zeigen die Grundmodule die einzelnen Prozesse auf, die für die Planung, die Realisierung, den Betrieb und die Umnutzung bzw. den Rückbau der jeweiligen Produkte oder Dienstleistungen benötigt werden. (JENTSCH, 2009)

Darüber hinaus stellen Grundmodule jeweils in sich **geschlossene Elemente** dar, da diese den gesamten Qualitätskreislauf für die einzelnen Produkte und Dienstleistungen innerhalb einer Lebensphase umfassen. Somit können Grundmodule **unabhängig** von dem Gesamtansatz für ein Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen **umgesetzt** werden. Dies wiederum dient der erforderlichen schrittweisen Herangehensweise bei der Umsetzung des umfassenden Qualitätsmanagements.

### *Übergeordnetes Modul*

Aus Sicht der Akteure ist das Verkehrssystem ein Gesamtkonstrukt, das von einer Vielzahl von Prozessen beeinflusst wird. Sub- bzw. Grundmodule decken lediglich einzelne Prozesse ab, ermöglichen aber keine **übergeordneten Erkenntnisse**. Dazu bedarf es nach JENTSCH (2009) der

---

übergeordneten Module, die auf den Grundmodulen der einzelnen Produkte und Dienstleistungen aufbauen.

Die übergeordneten Module stellen nach JENTSCH (2009) eine **Aggregation der Grundmodule** dar, wobei zu beachten ist, dass bei jeder Aggregation Informationen verloren gehen. So wird ein übergeordnetes Modul bspw. keine Informationen zu den strategischen Zielen der dazugehörigen Grundmodule beinhalten, sondern lediglich die strategischen Ziele des übergeordneten Moduls. Diese Grenzen der Aggregation sind bei der Bildung von übergeordneten Modulen zu beachten.

### 6.3 Beschreibung von Kriterien zur Abgrenzung der Module

Zur schrittweisen Umsetzung eines Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen sind Kriterien festzulegen, mit deren Hilfe einzelne Module in dem komplexen Betrachtungsgegenstand abgegrenzt werden können. Dabei spielt der Detaillierungsgrad eine wesentliche Rolle. Je feiner das Gesamtsystem unterteilt wird, desto flexibler kann auf Änderungen reagiert und können Aufgaben bei den Aufgabenträgern verteilt werden. Dennoch ist zu beachten, dass die Grundmodule nicht zu fein abgegrenzt werden, da sonst Qualitätsmanagementbestandteile, die miteinander in Verbindung stehen, getrennt werden und so unnötig Schnittstellen entstehen, die einen höheren Durchführungsaufwand nach sich ziehen. So bauen bspw. die Qualitätsmerkmale auf den strategischen bzw. operativen Zielen auf, weshalb diese Qualitätsmanagementbestandteile zusammen betrachtet werden sollten.

Der Detaillierungsgrad der Abgrenzung der Module sollte sich daher auf die Qualitätsmanagementelemente beschränken (vgl. Kapitel 6.2, Submodul), wobei für die Grundmodule eine Abgrenzung bspw. nach den Lebensphasen oder auch dem bestehenden Technischen Regelwerk anzustreben ist.

Nachfolgend werden die möglichen Kriterien, die zur Abgrenzung der Grundmodule und der übergeordneten Module herangezogen werden können, näher erläutert. Anhand einer verbalargumentativen Bewertung werden anschließend geeignete Kriterien für die Modularisierung des Straßen- und Verkehrswesens ausgewählt. Für die Auswahl der Kriterien ist dabei maßgebend, dass diese eine Abgrenzung von eigenständigen Bausteinen des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen ermöglichen. So sollte möglichst jeweils ein in sich geschlossenes Qualitätsmanagement für die einzelnen Produkte und Dienstleistungen gebildet werden, welches für sich umgesetzt werden kann.

#### 6.3.1 Kriterien zur Abgrenzung von Grundmodulen

Die Submodule für das Qualitätsmanagement des Straßen- und Verkehrswesens werden basierend auf den Qualitätsmanagementelementen Qualitätsplanung, -lenkung, -sicherung und -verbesserung abgegrenzt. Somit umfassen die Submodule die jeweiligen Bestandteile des Qualitätsmanagements nach Tabelle 3 (vgl. Kapitel 3.4) innerhalb einer bestimmten Lebensphase eines Produkts oder einer Dienstleistung und bilden schließlich die Basis für die Grundmodule. Um jedoch die Grundmodule für das Straßen- und Verkehrswesen festlegen zu können, sind zunächst Abgrenzungskriterien zu formulieren. Als mögliche Kriterien können dazu die **Struktur des bestehenden Technischen Regelwerks** der FGSV, **funktionale Abhängigkeiten** zwischen Produkten und Dienstleistungen oder die **Lebensphasen** von einzelnen Produkten und Dienstleistungen herangezogen werden. Im Folgenden werden die drei genannten Abgrenzungskriterien näher beschrieben.



---

### *Bestehendes Technisches Regelwerk der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen*

Das Technische Regelwerk für das Straßen- und Verkehrswesen ist inhaltlich sehr umfassend und hat im internationalen Vergleich einen sehr hohen Entwicklungsstand. Den Großteil dieses Technischen Regelwerks stellt dabei das Technische Regelwerk der FGSV dar und dient daher als wesentliche **Grundlage für die Modularisierung** des Straßen- und Verkehrswesens. Dabei ist insbesondere die Struktur des Technischen Regelwerks zu berücksichtigen, die sich anhand der Organisationsstruktur der FGSV (vgl. Anlage 1.2) herleiten lässt.

Die FGSV beschäftigt sich mit den aktuellen Themen des Straßen- und Verkehrswesens und ist zudem für die Erstellung des Technischen Regelwerks verantwortlich. Entsprechend dieser Struktur der FGSV können die einzelnen Teile des Technischen Regelwerks in die acht **Hauptaufgabengebiete bzw. Arbeitsgruppen** der FGSV

- Verkehrsplanung,
- Straßenentwurf,
- Verkehrsmanagement,
- Infrastrukturmanagement,
- Erd- und Grundbau,
- Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen,
- Asphaltbauweisen und
- Betonbauweisen

unterteilt werden. Darüber hinaus sind einige Regelwerke zu finden, welche aufgrund der darin betrachteten, übergeordneten Aspekte des Straßen- und Verkehrswesens den Querschnittsaufgaben der FGSV zugeordnet werden können. (vgl. FGSV, 2015c) Neben der Zuordnung zu den genannten Arbeitsgruppen der FGSV können zur weiteren Strukturierung des Technischen Regelwerks die einzelnen Regelwerke und Wissensdokumente den Arbeitsausschüssen und schließlich den Arbeitskreisen zugeordnet werden. Diese Zuordnung gibt jedoch keine direkten Aufschlüsse über die angesprochenen Produkte und Dienstleistungen des Straßen- und Verkehrswesens. Dazu bedarf es einer detaillierten Analyse der einzelnen Teile des Technischen Regelwerks hinsichtlich der darin betrachteten Produkte und Dienstleistungen. Solch eine Analyse wurde im Rahmen von BOLTZE ET AL. (2014a) für Regelwerke, die einen Außerortsbezug aufweisen, durchgeführt. Bereits die Analyse nur ausgewählter Regelwerke zeigte, dass oftmals mehrere Produkte und Dienstleistungen in einem Regelwerk des Technischen Regelwerks behandelt bzw. angesprochen werden. So ist eine Abgrenzung der Module lediglich basierend auf den einzelnen Teilen des Technischen Regelwerks leider nicht ausreichend, um den kompletten Qualitätskreislauf für ein Produkt bzw. eine Dienstleistung abbilden zu können. Dazu sind mehrere Regelwerke bzw. ausgewählte Inhalte aus einzelnen Regelwerken zusammen zu betrachten.

### *Funktionale Abhängigkeiten*

Bei der Abgrenzung der Module für das Straßen- und Verkehrswesen sind die funktionalen Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Produkten und Dienstleistungen von besonderer Bedeutung. Dabei beschreiben diese Abhängigkeiten die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen **technischen und organisatorischen Funktionen** der Produkte und Dienstleistungen, die im Straßen- und Verkehrswesen auftreten (vgl. Kapitel 3.6).

Als ein Beispiel kann der direkte Zusammenhang zwischen den technischen Funktionen der Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung genannt werden. So wird bspw. die technische Ausstattung der Lichtsignalanlage (Steuergerät, Signalgeber etc.) genutzt, um eine geplante Lichtsignalsteuerung für einen Knotenpunkt in Betrieb nehmen bzw. realisieren zu können. Diese funktionale Abhängigkeit besteht ebenfalls in Bezug auf die Qualitätsmessung oder -beurteilung der beiden Produkte. Fehler oder Mängel innerhalb der Lichtsignalsteuerung wirken sich auch auf die Qualitätsbeurteilung der Lichtsignalanlage aus. So können bspw. zu kurze Freigabezeiten für den Kraftfahrzeugverkehr das Fahren bei Rot und somit das Entstehen von sicherheitsgefährdenden

---

Situationen begünstigen. Doch ebenso können z. B. defekte Signalgeber die Qualität der Lichtsignalsteuerung beeinflussen, da einzelnen Elemente der Lichtsignalsteuerung, wie z. B. die Sperrzeit, dadurch nicht mehr sachgemäß angezeigt werden kann. Bei der Qualitätsbeurteilung der beiden Produkte differenziert der Verkehrsteilnehmer allerdings nicht zwischen der Lichtsignalsteuerung, welche das geschaltete Lichtsignalprogramm und somit die Freigabezeiten beinhaltet, und der Hardwarekomponente Lichtsignalanlage. Der Verkehrsteilnehmer betrachtet die beiden Produkte als eine Komponente und attestiert somit sowohl der Lichtsignalsteuerung als auch der Lichtsignalanlage bei Abweichungen von dem idealen Betrieb eine schlechte Qualität.

Solche funktionalen Abhängigkeiten bestehen neben den Produkten Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung auch bei weiteren Produkten und Dienstleistungen, wie z. B. zwischen den Produkten Netz-, Strecken- und Knotenpunktbeeinflussung sowie Verkehrszeichen und -anlagen (Regelung bzw. Lenkung). Trotz dieser funktionalen Abhängigkeit werden im Rahmen dieser Arbeit die oben genannten Produkte weiterhin als separate Produkte des Straßen- und Verkehrswesens betrachtet, da auch getrennt für die jeweiligen Produkte die Qualität gemessen und ggf. verbessert werden kann. So sollte zwar die Modularisierung des Straßen- und Verkehrswesens nicht allein auf Grundlage der funktionalen Abhängigkeiten erfolgen, dennoch sind diese dabei zu beachten.

### *Lebensphase*

Um eine für den Verkehrsteilnehmer zufriedenstellende Qualität eines Produkts bzw. einer Dienstleistung im Straßen- und Verkehrswesen gewährleisten können, ist diese **in allen Phasen** ihres jeweiligen **Lebenszyklus** (vgl. Kapitel 3.7) zu überwachen und ggf. zu verbessern. So kann das Auftreten von bestimmten Problemen im laufenden Betrieb verringert oder gar vermieden werden, wenn bereits im Rahmen der Planung und Realisierung eines Produkts oder einer Dienstleistung die Qualität stetig überwacht und entdeckte Mängel behoben werden. Zum Beispiel können zu kurze Zwischenzeiten, die innerhalb der Planung von Lichtsignalanlagen bzw. Lichtsignalsteuerungen ermittelt wurden, im laufenden Betrieb zu gefährlichen Situationen bspw. zwischen Kraftfahrzeug und Fußgänger führen.

Auch wenn sich einige der Fehler bzw. Probleme bereits in den ersten Lebensphasen eines Produkts oder einer Dienstleistung erkennen und beheben lassen, ist dennoch die Qualität über den gesamten Lebenszyklus zu berücksichtigen und daher eine Unterscheidung zwischen den einzelnen Lebensphasen erforderlich. Je nach Lebensphase können z. B. unterschiedliche Maßnahmen zur Qualitätsmessung und -verbesserung für das jeweils betrachtete Produkt bzw. die jeweils betrachtete Dienstleistung zum Einsatz kommen. Dies wird am Beispiel der Lichtsignalanlage bzw. Lichtsignalsteuerung näher erläutert. Um die Qualität der Lichtsignalanlage bzw. Lichtsignalsteuerung ermitteln zu können, werden innerhalb der Betriebsphase z. B. Zählungen bzw. Messungen direkt am Knotenpunkt durchgeführt. Im Rahmen der Planungsphase ist dies zum Teil nicht möglich, da der Knotenpunkt vielleicht noch gar nicht existiert und somit zur Qualitätsermittlung vorrangig mikroskopische Verkehrsflusssimulationssoftware herangezogen werden. Ähnlich verhält es sich in Bezug auf die möglichen Fehlerursachen in den verschiedenen Lebensphasen. In der Betriebsphase können Mängel neben der fehlerhaften Einstellung von Signalprogrammparametern auch gerätetechnische Ursachen, wie z. B. der Ausfall von Signalgeber oder Steuergerät, haben, die in der Planungsphase nicht auftreten würden. Aufgrund dieser verschiedenartigen Ursachen sind schließlich auch die Korrekturmaßnahmen in den einzelnen Lebensphasen unterschiedlich.

Durch eine Abgrenzung mittels der Lebensphasen könnten in sich geschlossene und somit für sich umsetzbare Module bzw. Grundmodule geschaffen werden, welche jeweils den gesamten Qualitätskreislauf für die einzelnen Produkte und Dienstleistungen bestehend aus den vier Qualitätsmanagementelementen umfassen.

---

## Fazit

Um in sich geschlossene Grundmodule zu erhalten, die den gesamten Qualitätskreislauf im Straßen- und Verkehrswesen berücksichtigen, wäre grundsätzlich eine Abgrenzung nach den einzelnen Lebensphasen der Produkte und Dienstleistungen ausreichend. Dennoch werden die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Produkten und Dienstleistungen erst durch die Berücksichtigung der Struktur des bestehenden Technischen Regelwerks der FGSV und der funktionalen Abhängigkeiten deutlich. Um eine umfassende Abgrenzung und Beschreibung von den einzelnen Grundmodulen im Straßen- und Verkehrswesen zu erreichen, werden daher im Zuge der Modularisierung alle drei Abgrenzungskriterien berücksichtigen, wobei im Rahmen dieser Arbeit vorrangig eine Abgrenzung anhand der Lebensphasen durchgeführt wird.

### 6.3.2 Kriterien zur Abgrenzung von übergeordneten Modulen

Aufbauend auf den festgelegten Grundmodulen werden schließlich übergeordnete Module gebildet, welche eine **übergeordnete Sichtweise** hinsichtlich der Qualität im Bereich des Straßen- und Verkehrswesens ermöglichen. Solche Module berücksichtigen dabei nicht nur die Qualität einzelner Produkte und Dienstleistungen, sondern bilden den **Zusammenhang zwischen den Qualitäten** von mehreren Produkten und Dienstleistungen ab. So könnte bspw. ein übergeordnetes Modul das Qualitätsmanagement in Bezug auf ältere Menschen darstellen, indem dieses beschreibt, wie gut das vorhandene Verkehrssystem auf die Bedürfnisse von älteren Menschen ausgerichtet ist. Um Aussagen dazu treffen zu können, muss ein solches übergeordnetes Modul auf bestimmte Grundmodule im Straßen- und Verkehrswesen zurückgreifen. Als Beispiele können die Grundmodule der Lichtsignalanlage bzw. Lichtsignalsteuerung, der Markierung und der Verkehrszeichen genannt werden, an die ältere Menschen besondere Anforderungen hinsichtlich ihrer Ausgestaltung stellen (vgl. BOLTZE, 2013B; BALLUFF & BOLTZE, 2015). Diese Betrachtungsweise kann auch erweitert werden, indem in einem übergeordneten Modul generell seh- und gehbehinderte Menschen Berücksichtigung finden und so ein Qualitätsmanagement für Mobilitätseingeschränkte abgebildet werden kann. Neben Mobilitätseingeschränkten können übergeordnete Module auch noch anhand weiterer Bezugsgruppen, wie dem Wirtschaftsverkehr und dem Schülerverkehr, abgegrenzt werden. Grundsätzlich können die übergeordneten Module gemäß JENTSCH (2009) nach den folgenden **Abgrenzungskriterien** gebildet werden:

- Verkehrsmittel,
- Oberziele des Verkehrs,
- Bezugsgruppen,
- Zuständigkeiten,
- Organisationsstrukturen und
- räumliche Strukturen.

Ausführliche Beschreibungen zur Modularisierung auf der Basis der genannten Kriterien können JENTSCH (2009) entnommen werden.

Die Komplexität des Straßen- und Verkehrswesens spiegelt sich dabei auch im Rahmen der vielfältigen Möglichkeiten zur Bildung von übergeordneten Modulen wider. Allein aufgrund der Vielzahl an Verkehrsmitteln und den unterschiedlichen Strukturen von Organisationen sollten die übergeordneten Module nicht zuletzt aus Aufwandsgründen bedarfsorientiert entwickelt und abgegrenzt werden. Eine Auswahl könnte basierend auf vorhandenen Berichten (z. B. Luftreinhalte- und Lärminderungspläne) oder auf Expertenbefragungen getroffen werden. So könnte z. B. ein Infrastrukturzustands- und Leistungsbericht, wie ihn die Daehre-Kommission empfiehlt (DAEHRE-KOMMISSION, 2012), durch ein übergeordnetes Modul (z. B. QM Straße/Wege) abgedeckt werden. Ein solches Modul könnte ebenfalls den vom Wissenschaftlichen Beirat geforderten nationalen Qualitätsbericht Straße, der die prägnanten Qualitätskennzahlen des Straßenverkehrssystems in den Bereichen Mobilität und Transport (z. B. Kapazitäten und Erreichbarkeit), Verkehrssicherheit,

Umweltbelastung und Wirtschaftlichkeit beinhalten sollte (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013), abdecken.

## 6.4 Definition von Grundmodulen

Um ein Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen schrittweise umsetzen zu können, werden nachfolgend basierend auf den in Kapitel 6.3.1 festgelegten Abgrenzungskriterien, Grundmodule, definiert. Wesentliche Grundlage stellt dabei die im Rahmen von BOLTZE ET AL. (2014A) entwickelte Matrixstruktur dar, die alle Ergebnisse (Produkte und Dienstleistungen), Lebensphasen und Qualitätsmanagementelemente im Straßen- und Verkehrswesen beinhaltet. In diese Struktur wird zunächst das Technische Regelwerk der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) eingeordnet. Die von der FGSV mit vertriebenen DIN EN-Normen werden jedoch nicht weiter zur Modularisierung des Straßen- und Verkehrswesens berücksichtigt, da ein Großteil der Normen und somit nähere Informationen zu deren konkreten Inhalten nicht verfügbar war. Nach der Einordnung wird die Abgrenzung der Grundmodule nach den einzelnen Lebensphasen der Produkte und Dienstleistungen vorgenommen.

### 6.4.1 Einordnung des Technischen Regelwerks in den Qualitätsmanagementprozess

Für die Einordnung des Technischen Regelwerks der FGSV in den Qualitätsmanagementprozess wurde zunächst eine **Auswahl an Regelwerken und Wissensdokumenten** basierend auf der in Kapitel 3.2.3 festgelegten Definition des Straßen- und Verkehrswesens getroffen. Dementsprechend werden diejenigen Regelwerke und Wissensdokumente der FGSV berücksichtigt, die die Verkehrsobjekte Personen und/oder Güter sowie die Verkehrsmedien Straße und/oder Schiene für den öffentlichen Nahverkehr ansprechen. In Tabelle 13 ist die Anzahl der Regelwerke und Wissensdokumente der einzelnen FGSV-Gremien aufgeführt, die entsprechend der getroffenen Auswahl zur Einordnung in den Qualitätsmanagementprozess zu berücksichtigen sind.

Tabelle 13: Anzahl der zugeordneten Regelwerke und Wissensdokumenten des Technischen Regelwerks der jeweiligen FGSV-Gremien

| Arbeitsgruppen |                                     | Anzahl der Regelwerke und Wissensdokumente |
|----------------|-------------------------------------|--|
| AG 1           | Verkehrsplanung                     | 58   |
| AG 2           | Straßenentwurf                      | 64   |
| AG 3           | Verkehrsmanagement                  | 86   |
| AG 4           | Infrastrukturmanagement             | 56   |
| AG 5           | Erd- und Grundbau                   | 49   |
| AG 6           | Gesteinskörnungen, ungeb. Bauweisen | 31   |
| AG 7           | Asphaltbauweisen                    | 76   |
| AG 8           | Betonbauweisen                      | 22   |
|                | Querschnittsaufgaben                | 35   |
| Summe          |                                     | 477  |

Die Grundlage für die **Einordnung des Technischen Regelwerks in den Qualitätsmanagementprozess** wurde in BOLTZE ET AL. (2014A) geschaffen, indem eine Matrixstruktur zur Analyse des Technischen Regelwerks hinsichtlich qualitätsbezogener Aussagen

entwickelt wurde. Im Rahmen dieser Arbeit wurde diese Matrixstruktur aufgegriffen und weiterentwickelt. Die Matrixstruktur stellt dabei den Qualitätsmanagementprozess dar, der grundsätzlich aus zwei Hauptdimensionen besteht. Die eine Dimension wird durch die Produkte und Dienstleistungen im Straßen- und Verkehrswesen (vgl. Kapitel 3.6) beschrieben, wohingegen sich die zweite Dimension aus den Qualitätsmanagementelementen (vgl. Kapitel 3.4) und den Lebensphasen (vgl. Kapitel 3.7) im Straßen- und Verkehrswesen zusammensetzt. Eine weitere Unterscheidung nach den einzelnen Bestandteilen der Qualitätsmanagementelemente wird in der Matrixstruktur nicht vorgenommen. In Abbildung 28 ist die Matrixstruktur zur Einordnung des Technischen Regelwerks in den Qualitätsmanagementprozess dargestellt.

| Ergebnis        |                   |                        |                   | Lebensphasen            |     |     |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |
|-----------------|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|
|                 |                   |                        |                   | Bedarfs-und Netzplanung |     |     |     | ... |     |     |     | Umnutzung/Rückbau |     |     |     |
|                 |                   |                        |                   | QP                      | QL  | QS  | QV  | QP  | QL  | QS  | QV  | QP                | QL  | QS  | QV  |
| Produkt         | Hardware          | Netz-gestaltung        | Verkehrs-wegenetz | ...                     | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ...               | ... | ... | ... |
|                 |                   | ...                    | ...               | ...                     | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ...               | ... | ... | ... |
|                 | Software          | Verkehrs-konzept       | Verkehrs-konzept  | ...                     | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ...               | ... | ... | ... |
|                 |                   | ...                    | ...               | ...                     | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ...               | ... | ... | ... |
| Dienst-leistung | Bauunter-stützung | Vermessung             | ...               | ...                     | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ...               | ... | ... | ... |
|                 |                   | Leistungs-beschreibung | ...               | ...                     | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ...               | ... | ... | ... |
|                 | ...               | ...                    | ...               | ...                     | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ...               | ... | ... | ... |
|                 |                   | ...                    | ...               | ...                     | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ...               | ... | ... | ... |

Legende:

QP: Qualitätsplanung, QL: Qualitätslenkung, QS: Qualitätssicherung, QV: Qualitätsverbesserung

Abbildung 28: Matrixstruktur zur Einordnung des Technischen Regelwerks (in Anlehnung an BOLTZE ET AL., 2014A)

Die Regelwerke und Wissensdokumente des Technischen Regelwerks werden schließlich in diese Matrixstruktur bzw. diesen Qualitätsmanagementprozess eingeordnet. Ein Teil der Regelwerke wurde bereits im Zuge von BOLTZE ET AL. (2014A) den jeweiligen Produkten, Dienstleistungen, Lebensphasen und Qualitätsmanagementelementen zugeordnet. Für die Modularisierung des Straßen- und Verkehrswesens wird die Zuordnung dieser Regelwerke übernommen und um die restlichen Regelwerke und Wissensdokumente erweitert. Während in BOLTZE ET AL. (2014A) eine detaillierte Analyse der jeweiligen Regelwerke durchgeführt wurde, werden die übrigen Dokumente anhand der einzelnen Kurzfassungen und Inhaltsverzeichnisse zugeordnet. Dabei ist anzumerken, dass die einzelnen Regelwerke und Wissensdokumente oftmals nicht nur ein Produkt oder eine Dienstleistung und nicht nur eine Lebensphase ansprechen. Daher können einige der Dokumente mehrfach zugeordnet werden. So sind bspw. in den Richtlinien für Lichtsignalanlagen (FGSV, 2015B) neben der Lichtsignalanlage und der Lichtsignalsteuerung ebenfalls Aussagen zu den Produkten Verkehrsfläche innerorts, Fahrbahnmarkierung, Verkehrszeichen und -anlage (Regelung) und Detektor zu finden. Zudem werden die Lebensphasen Rahmen- und Detailplanung, Bauvorbereitung und -durchführung sowie Betrieb angesprochen.

Die Einordnung aller berücksichtigten Regelwerke und Wissensdokumente der FGSV in den Qualitätsmanagementprozess ist in der Anlage 5.1 zu finden. In Abbildung 29 ist ein Ausschnitt

dieser Zuordnung dargestellt, wobei die aufgeführten Nummern für die Richtliniennummern stehen, die von dem FGSV-Verlag vergeben werden (vgl. FGSV, 2015C und FGSV, 2015D). So steht bspw. die FGSV-Nummer 121 für die Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN; vgl. FGSV, 2008B).

| Ergebnis       |                                  |   | Lebensphasen  |                             |     |     |     |     |     |     |   |                     |    |    |
|----------------|----------------------------------|---|---|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---------------------|----|----|
|                |                                  |   | Bedarfs-und<br>Netzplanung  |                             |     |     | ... |     |     |     | Umnutzung/Rückbau                                   |                     |    |    |
|                |                                  |   | QP  | QL                          | QS  | QV  | QP  | QL  | QS  | QV  | QP  | QL                  | QS | QV |
| Hardware       | Netz-<br>gestaltung              | Verkehrs-<br>wegenetz                             | 121,<br>147,<br>251,<br>284,<br>951   | 121,<br>951                 |     |     | ... | ... | ... | ... | 147,<br>951   | 951                 |    |    |
|                | ...                              | ...   |   |                             |     |     | ... | ... | ... | ... |   |                     |    |    |
|                | Ausstattung                      | Verkehrs-<br>zeichen und<br>-anlage<br>(Regelung) |   |                             |     |     | ... | ... | ... | ... | 368/4   |                     |    |    |
|                |                                  | ...   |   |                             |     |     | ... | ... | ... | ... |   |                     |    |    |
|                |                                  | Beleuchtung                                       |   |                             |     |     | ... | ... | ... | ... |   |                     |    |    |
| Software       | Verkehrs-<br>konzept             | Verkehrs-<br>konzept                              | 141,<br>143,<br>144,<br>148/1,<br>148/2,<br>149,<br>156,<br>157,<br>158,<br>162,<br>951 | 149,<br>155,<br>157,<br>951 | 149 | 149 | ... | ... | ... | ... | 141,<br>143,<br>144,<br>156,<br>157,<br>158,<br>951 | 155,<br>157,<br>951 |    |    |
|                | ...                              | ...   |   |                             |     |     | ... | ... | ... | ... |   |                     |    |    |
|                | Nachfrage-<br>beeinfluss-<br>ung | Mobilitäts-<br>management                         |   |                             |     |     | ... | ... | ... | ... |   |                     |    |    |
|                |                                  | Transport-<br>management                          |   |                             |     |     | ... | ... | ... | ... |   |                     |    |    |
|                | ...                              | ...   |   |                             |     |     | ... | ... | ... | ... |   |                     |    |    |
| Dienstleistung | Bauunter-<br>stützung            | Vermessung  | 951   | 951                         |     |     | ... | ... | ... | ... | 951   | 951                 |    |    |
|                |                                  | Leistungs-<br>beschreibung                        | 951   | 951                         |     |     | ... | ... | ... | ... | 951   | 951                 |    |    |
|                | ...                              | ...   |   |                             |     |     | ... | ... | ... | ... |   |                     |    |    |
|                | Straßen-<br>betriebs-<br>dienst  | Straßen-<br>reinigung                             |   |                             |     |     | ... | ... | ... | ... |   |                     |    |    |
|                |                                  | Winterdienst                                      |   |                             |     |     | ... | ... | ... | ... |   |                     |    |    |

Legende:

QP: Qualitätsplanung, QL: Qualitätslenkung, QS: Qualitätssicherung, QV: Qualitätsverbesserung

Abbildung 29: Zuordnung der Regelwerke und Wissensdokumente des Technischen Regelwerks der FGSV zu Ergebnissen und Lebensphasen (Ausschnitt)

Die in der Anlage 5.1 dargestellte Zuordnung der Regelwerke und Wissensdokumente zeigt, dass grundsätzlich alle Produkte und Dienstleistungen im deutschen Technischen Regelwerk angesprochen werden. Darüber hinaus beziehen sich die Regelwerke und Wissensdokumente hauptsächlich auf die Lebensphasen Rahmen- und Detailplanung, Bauvorbereitung und -durchführung, Betrieb und Erhaltung, doch auch die Lebensphasen Bedarf- und Netzplanung sowie Umnutzung/Rückbau finden im Technischen Regelwerk vereinzelt Berücksichtigung.

---

## 6.4.2 Abgrenzung und Beschreibung von Grundmodulen

Zur Abgrenzung von in sich geschlossenen Grundmodulen im Straßen- und Verkehrswesen, welche den gesamten Qualitätskreislauf berücksichtigen, werden die in Kapitel 6.3.1 beschriebenen Kriterien herangezogen. Mittels der Einordnung des Technischen Regelwerks der FGSV in den Qualitätsmanagement-prozess findet die Struktur des bestehenden Technischen Regelwerks der FGSV Berücksichtigung, wodurch zugleich die funktionalen Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Produkten und Dienstleistungen im Straßen- und Verkehrswesen dargelegt werden. Trotz dieser funktionalen Abhängigkeiten werden die betroffenen Produkte und Dienstleistungen im Rahmen dieser Arbeit weiterhin als separate Produkte und Dienstleistungen des Straßen- und Verkehrswesens betrachtet, da auch getrennt für die jeweiligen Produkte die Qualität gemessen und ggf. verbessert werden kann. Die konkrete Abgrenzung der Grundmodule erfolgt schließlich anhand der Lebensphasen im Straßen- und Verkehrswesen (vgl. Kapitel 3.7), so dass letztendlich ein Grundmodul das Qualitätsmanagement für ein Produkt oder eine Dienstleistung innerhalb einer Lebensphase umfasst.

Im Rahmen der Abgrenzung werden **drei Arten von Grundmodulen** gewählt, die in einem umfassenden Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen zu unterscheiden sind:

- Grundmodul, das aufgrund der **zugeordneten Regelwerke und Wissensdokumente** der FGSV zu **berücksichtigen** ist,
- Grundmodul, welches zu **berücksichtigen** ist, **obwohl** die **Regelwerke und Wissensdokumente** das entsprechende Produkt oder die entsprechende Dienstleistung und die entsprechende Lebensphase **nicht ansprechen**,
- Grundmodul, das **nicht berücksichtigt** wird, da weder die Regelwerke und Wissensdokumente das entsprechende Produkt oder die entsprechende Dienstleistung und Lebensphase ansprechen noch eine generelle Berücksichtigung sinnvoll erscheint.

Auf der Grundlage der oben beschriebenen Unterscheidung werden schließlich die einzelnen Grundmodule des Straßen- und Verkehrswesens abgegrenzt und in der Anlage 5.2 dargestellt. Einen Ausschnitt dieser Abgrenzung zeigt Abbildung 30.

| Ergebnis       |                              |   | Lebensphasen   |  |  |  |      |  |  |  |  |  |  |  |
|----------------|------------------------------|---|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|
|                |                              |   | Bedarfs- und Netzplanung                             |  |  |  | ...  |  |  |  | Umnutzung/Rückbau                          |  |  |  |
|                |                              |   |  |  |  |  |      |  |  |  |  |  |  |  |
| Hardware       | Netz-gestaltung              | Verkehrs-wegenetz                                 | Verkehrswegenetz<br>Bedarfs- und<br>Netzplanung      |  |  |  | .... |  |  |  | Verkehrswegenetz<br>Umnutzung/Rückbau      |  |  |  |
|                | ...                          | ...   |  |  |  |  | .... |  |  |  |  |  |  |  |
|                | Ausstattung                  | Verkehrs-<br>zeichen und<br>-anlage<br>(Regelung) |  |  |  |  | .... |  |  |  |  |  |  |  |
|                |                              | ...   |  |  |  |  | .... |  |  |  |  |  |  |  |
|                |                              | Beleuchtung                                       |  |  |  |  | .... |  |  |  |  |  |  |  |
| Software       | Verkehrs-konzept             | Verkehrs-konzept                                  | Verkehrskonzept<br>Bedarfs- und<br>Netzplanung       |  |  |  | .... |  |  |  | Verkehrskonzept<br>Umnutzung/Rückbau       |  |  |  |
|                | ...                          | ...   |  |  |  |  | .... |  |  |  |  |  |  |  |
|                | Nachfrage-beeinfluss-<br>ung | Mobilitäts-management                             |  |  |  |  | .... |  |  |  |  |  |  |  |
|                |                              | Transport-management                              |  |  |  |  | .... |  |  |  |  |  |  |  |
| Dienstleistung | Bauunter-stützung            | Vermessung  | Vermessung Bedarfs-<br>und Netzplanung               |  |  |  | .... |  |  |  | Vermessung<br>Umnutzung/Rückbau            |  |  |  |
|                |                              | Leistungs-beschreibung                            | Leistungsbeschreibung<br>Bedarfs- und<br>Netzplanung |  |  |  | .... |  |  |  | Leistungsbeschreibung<br>Umnutzung/Rückbau |  |  |  |
|                | ...                          | ...   |  |  |  |  | .... |  |  |  |  |  |  |  |
|                | Straßen-betriebs-dienst      | Straßen-reinigung                                 |  |  |  |  | .... |  |  |  |  |  |  |  |
|                |                              | Winterdienst                                      |  |  |  |  | .... |  |  |  |  |  |  |  |

Legende:

QP: Qualitätsplanung, QL: Qualitätslenkung, QS: Qualitätssicherung, QV: Qualitätsverbesserung

- Grundmodul
- Als Grundmodul zu berücksichtigen, obwohl das Technische Regelwerk dies nicht direkt anspricht
- Nicht als Grundmodul zu berücksichtigen

Abbildung 30: Grundmodule des Straßen- und Verkehrswesens (Ausschnitt)

Das Technische Regelwerk der FGSV beinhaltet hauptsächlich „Regelungen zur Planung, zum Entwurf, zur Vorbereitung und Abwicklung von Baumaßnahmen sowie zum Betrieb und zur Erhaltung von Straßen“ (FGSV, 2011A). Dies zeigen neben der Auswertung von BOLTZE ET AL. (2014A) ebenfalls Abbildung 29 (vgl. Anlage 5.1) und Abbildung 30 (vgl. Anlage 5.2). Dennoch finden die Lebensphasen Bedarfs- und Netzplanung sowie Umnutzung/Rückbau in einzelnen Regelwerken und/oder Wissensdokumenten Berücksichtigung. Wenn daher für ein Produkt oder eine Dienstleistung eine der beiden oder beide Lebensphasen in den Regelwerken und Wissensdokumenten angesprochen wird bzw. werden, ist das betroffene Grundmodul im Rahmen eines umfassenden Qualitätsmanagements zu berücksichtigen. So ist bspw. „QM Netzgestaltung Bedarfs- und Netzplanung“ als Grundmodul einzubeziehen, da u. a. die Richtlinien für integrierte



---

Netzgestaltung (RIN) die wesentlichen Aspekte für das Produkt Netzgestaltung innerhalb dieser Lebensphase behandeln.

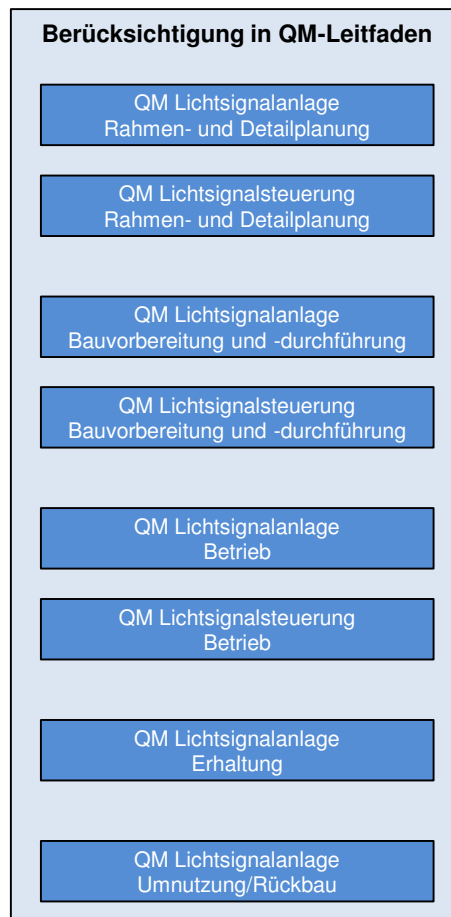
Zudem existieren Grundmodule, die in einem umfassenden Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen beachtet werden sollten, obwohl die Regelwerke und Wissensdokumente der FGSV die jeweilige Lebensphase des Produkts oder der Dienstleistung nicht direkt ansprechen. Als ein Beispiel kann der Betrieb eines Transportmanagements genannt werden. Das Transportmanagement ist ein Teil des Verkehrsmanagements und umfasst dabei die Nachfragebeeinflussung im Güterverkehr. Doch Ansätze zur Entwicklung, zur Umsetzung und zum Betrieb eines Transportmanagements sind bisher kaum zu finden (BOLTZE, 2013A), was sich auch in den Regelwerken und Wissensdokumenten der FGSV widerspiegelt. Dennoch stellt das Transportmanagement neben dem Mobilitätsmanagement ein immer wichtiger werdendes Instrument dar, um die vorhandene Infrastruktur effizient zu nutzen und so die negativen Wirkungen des Verkehrs, wie z. B. die Umweltbelastungen, zu reduzieren (BOLTZE, 2013A).

Darüber hinaus erscheint die Berücksichtigung einiger Grundmodule im Zuge eines umfassenden Qualitätsmanagements als nicht sinnvoll. Zum einen berücksichtigen die Regelwerke und Wissensdokumente der FGSV bisher kaum oder gar nicht das entsprechende Produkt oder die entsprechende Dienstleistung innerhalb der jeweiligen Lebensphase. Zum anderen wäre die Qualitätsmessung und -dokumentation des Produkts oder der Dienstleistung in der betroffenen Lebensphase Aufgabe einer anderen Fachrichtung oder Institution. So sollte bspw. die Überwachung und Verbesserung der Qualität eines Detektors (z. B. Induktionsschleifendetektor) in der Rahmen- und Detailplanung in den Aufgabenbereich des Maschinenbaus fallen. Zwar geben die Regelwerke und Wissensdokumente der FGSV neben dem Einbau und der Montage eines Detektors auch Auskunft zu dessen Aufbau und Arbeitsweise (vgl. bspw. FGSV, 1991) auch vereinzelt Aussagen zur Planung (vgl. FGSV, 2015B), dennoch ist die konkrete Planung der technischen Funktionen eines Detektors Aufgabe eines Maschinenbauingenieurs.

### **6.4.3 Beispiel Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung**

Im Rahmen dieser Arbeit wird exemplarisch auf die Grundmodule Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung näher eingegangen. Trotz der bestehenden funktionalen Abhängigkeit zwischen den beiden Produkten sollten diese im Rahmen der Modulabgrenzung als separate Module des Straßen- und Verkehrswesens betrachtet werden, da die Qualität auch getrennt gemessen und ggf. verbessert werden kann.

Zur Erstellung eines Leitfadens des Qualitätsmanagements (QM-Leitfaden) sollten diese dennoch gemeinsam betrachtet werden, da beide Produkte bei der Planung, der Realisierung, dem Betrieb und der Erhaltung von den zuständigen Aufgabenträgern als eine Einheit betrachtet werden. Ebenso nehmen die Verkehrsteilnehmer bei der Bewertung der Lichtsignalanlage und deren Lichtsignalsteuerung keine Unterscheidung vor und attestieren somit bei Abweichungen von einem idealen Betrieb eine schlechte Qualität für beide Produkte gleichermaßen. Um dies zu verdeutlichen, sind die jeweiligen Grundmodule zur Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung in einem QM-Leitfaden zu berücksichtigen. In Abbildung 31 sind die einzelnen eines QM-Leitfadens für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung dargestellt.



Legende:

QM: Qualitätsmanagement

Abbildung 31: Grundmodule im QM-Leitfaden für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung

Für die in Abbildung 31 dargestellten Grundmodule ist das Qualitätsmanagement im Rahmen eines QM-Leitfadens konkret auszugestalten. Wie bereits die Darstellung des Entwicklungsstands des Qualitätsmanagements für die Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung im Technischen Regelwerk der FGSV und in der Praxis in Kapitel 4.2.3 zeigte, ist die Entwicklung eines Qualitätsmanagements für dieses Anwendungsgebiet sehr weit fortgeschritten. Dennoch fehlen noch inhaltliche Bestandteile (z. B. die Art und Weise der Ermittlung von Kundenanforderungen), um ein umfassendes Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen zu komplettieren.

Darüber hinaus sind modulübergreifende Zusammenhänge zwischen der Lichtsignalanlage und weiteren Grundmodulen zu berücksichtigen, welche basierend auf der Einordnung des Technischen Regelwerks in den Qualitätsmanagementprozess nach Kapitel 6.4.1 abgeleitet werden können. So besteht bspw. ein Zusammenhang zwischen der Lichtsignalanlage, der Markierung und dem Detektor bzw. zwischen den Qualitäten der einzelnen Produkte (vgl. FGSV, 2015A). Die Arbeitsweise des Detektors hat einen direkten Einfluss auf die Lichtsteuerung. Fällt ein Detektor aus oder liefert ein Detektor nicht plausible Datensätze beeinträchtigt dies die Funktionsweise der Lichtsignalanlage bzw. Lichtsteuerung. Zudem beeinflusst die Ausführungsweise der Markierungen die Verkehrssicherheit an einem lichtsignalgesteuerten Knotenpunkt. Fehlende oder fehlerhafte Markierungen bspw. für Linksabbieger (Leitlinien) im Knotenpunkt können zu gefährlichen Situationen im Verkehrsablauf führen. Die daraus eventuell resultierenden Unfälle werden dann schließlich der Lichtsignalanlage zugeschrieben.

Die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Grundmodulen sind in einem QM-Leitfaden für Lichtsignalanlagen zu beachten und an den entsprechenden Stellen im Leitfaden einzuarbeiten.

## 6.5 Definition von übergeordneten Modulen

Auf der Grundlage der in Kapitel 6.4 definierten Grundmodule können schließlich übergeordnete Module des Straßen- und Verkehrswesens gebildet werden. Diese ermöglichen eine übergeordnete Sichtweise auf die Qualität des Verkehrssystems, welche die Grundmodule nicht gewährleisten können. Um die übergeordneten Module des Straßen- und Verkehrswesens abgrenzen zu können, können die in Kapitel 6.3.2 genannten Kriterien herangezogen werden. Abbildung 32 zeigt eine Zusammenstellung von übergeordneten Modulen, die anhand der Kriterien Verkehrsmittel, Oberziele, Bezugsgruppen, räumlicher und organisatorischer Strukturen gebildet werden können.

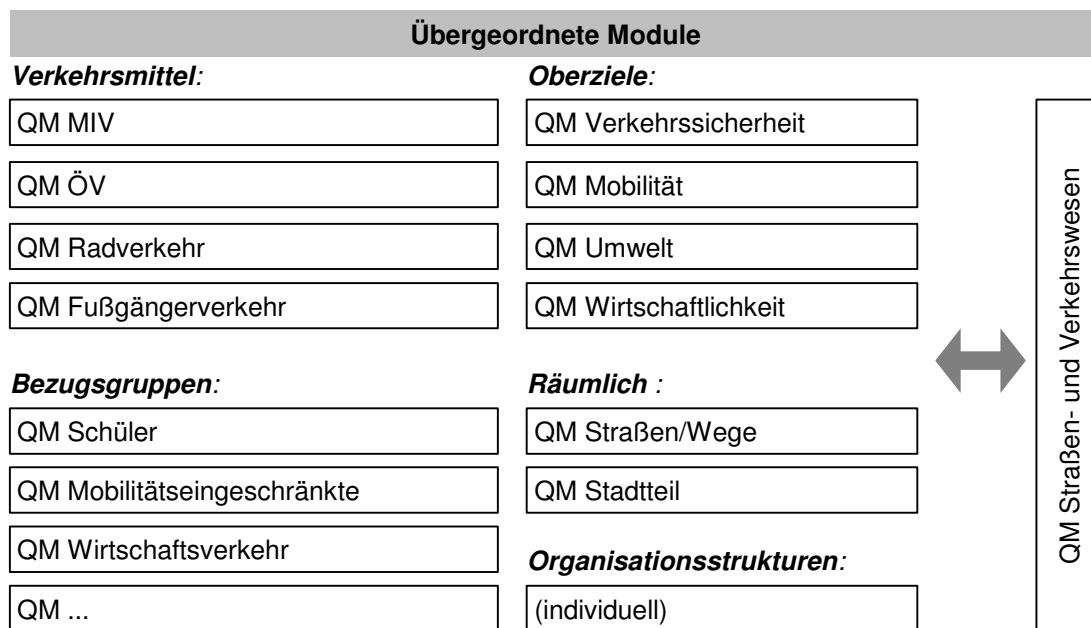


Abbildung 32: Zusammenstellung möglicher übergeordneter Module (in Anlehnung an JENTSCH, 2009)

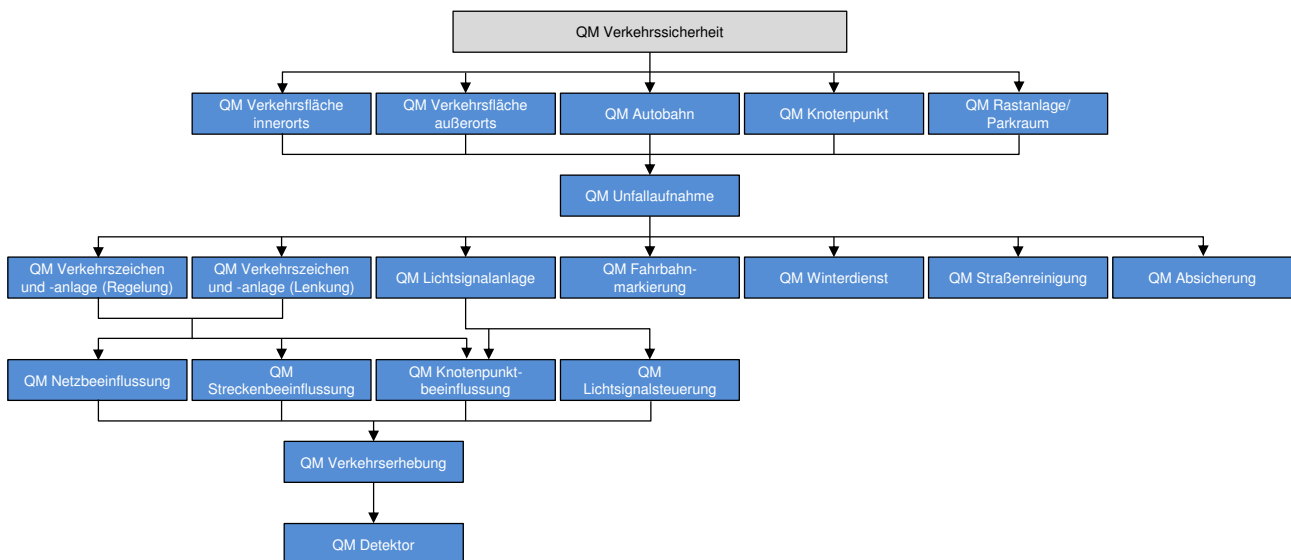
Aufgrund der Komplexität des Straßen- und Verkehrswesens ist die Bildung von übergeordneten Modulen sehr vielfältig und sollte nicht zuletzt aus Aufwandsgründen bedarfsorientiert erfolgen. JENTSCH (2009) hat bereits Module nach den verschiedenen Kriterien hergeleitet bzw. erläutert und ist auf die einzelnen Unterscheidungen zwischen den Kriterien eingegangen. Im Rahmen dieser Arbeit wird daher exemplarisch jeweils ein Beispiel zum einen für die Modularisierung nach Oberzielen und zum anderen für die Modularisierung nach Bezugsgruppen eingegangen.

### 6.5.1 Modularisierung nach Oberzielen

Eines der vier Oberziele im Straßen- und Verkehrswesen ist die **Erhöhung der Sicherheit** für die Verkehrsteilnehmer, wobei zwischen der Verkehrssicherheit und der sozialen Sicherheit zu unterscheiden ist (vgl. Kapitel 3.3.2). Die **soziale Sicherheit** im Bereich des Straßen- und Verkehrswesens bezeichnet den Schutz der Verkehrsteilnehmer vor kriminellen Übergriffen ihrer Mitmenschen. So kann bspw. eine gute Beleuchtung für bessere Sichtverhältnisse an öffentlichen Straßen und Wegen sorgen, wodurch sich insbesondere die weiblichen Verkehrsteilnehmer sicherer fühlen (vgl. PAUEN-HÖPPNER ET AL., 2010). Die **Verkehrssicherheit** hingegen umfasst den Schutz vor den Gefahren, die im Zuge der Ortsveränderung von Personen auftreten können. Dies beinhaltet

insbesondere Straßenverkehrsunfälle, welche nach Anzahl der beteiligten Verkehrsteilnehmer in Alleinunfall und Unfall mit weiteren Beteiligten unterschieden werden können.

Der Schutz der einzelnen Verkehrsteilnehmer vor diesen Verkehrsunfällen und kriminellen Übergriffen ist in allen Lebensphasen eines Verkehrssystems sicherzustellen, d. h. die einzelnen Schutzmaßnahmen sind zu überwachen und ggf. zu verbessern. Zwar treten die Un- und Überfälle erst im laufenden Betrieb eines Verkehrssystems auf, dennoch ist bereits im Rahmen der Planung und Realisierung dafür zu sorgen, dass Unfallzahlen, -ursachen und -folgen minimiert oder gar verhindert werden. Die Maßnahmen reichen dabei von lichtsignaltechnischen Maßnahmen, wie z. B. signaltechnisch gesicherte Führung einzelner Verkehrsströme (vgl. FGSV, 2015A), bis hin zu verkehrsplanerischen Maßnahmen, wie z. B. Planung von Fahrzeug-Rückhaltesystemen (vgl. FGSV, 2009). Die Überwachung der Wirksamkeit dieser Maßnahmen und der daraus resultierenden Unfallzahlen und -folgen liegt einerseits im Interesse der Politik, welche den einzelnen Aufgabenträgern Finanzmittel zur Verfügung stellt, und andererseits im Interesse der Verkehrsteilnehmer, welche ein sicheres Verkehrssystem zur Durchführung ihrer Ortsveränderung erwarten. Ein Überblick über den Stand der Sicherheit eines Verkehrssystems für die Politik und die Verkehrsteilnehmer kann mit Hilfe eines übergeordneten Moduls geschaffen werden. Ein solches „QM Verkehrssicherheit“-Modul gewährleistet eine einheitliche **Analyse des Verkehrssystems hinsichtlich der Verkehrssicherheit** und dessen Dokumentation von allen Aufgabenträgern. Für diese Sicherheitsanalyse werden jedoch Erkenntnisse aus verschiedenen Grundmodulen im Betrieb benötigt, die bereits die Sicherheitsanalyse von den Einzelanlagen beinhalten. Der Zusammenhang zwischen dem übergeordneten Modul „QM Verkehrssicherheit“ und den möglichen Grundmodulen ist in Abbildung 33 dargestellt.



#### Legende:

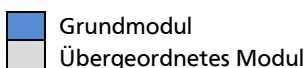


Abbildung 33: Übergeordnetes Modul „QM Verkehrssicherheit“ in der Lebensphase Betrieb

Zur Beschreibung der Qualität bzw. der Defizite im Bereich der Verkehrssicherheit im Betrieb eines Verkehrssystems sind gemäß FGSV (2002B) die Anzahl der getöteten sowie verletzten Verkehrsteilnehmer und die Sachschäden, d. h. die Unfallzahl und -schwere, auf den Straßen und Wegen zu berücksichtigen. Darüber hinaus können Unfallzahl und -schwere mittels der Unfallkosten zu einer Kenngröße zusammengefasst werden (FGSV, 2002B). Für die

---

Sicherheitsbewertung eines Straßenabschnitts werden diese Kenngrößen schließlich in die **Kenngrößen**

- Unfallrate,
- Unfallkostenrate,
- Unfalldichte und
- Unfallkostendichte

überführt (vgl. FGSV, 2003B), die in den einzelnen Grundmodulen des Produkts Straßen/Wege ermittelt werden. So ist bspw. die Ermittlung der Unfallrate auf einem innerörtlichen Straßenabschnitt Bestandteil des Grundmoduls „QM Verkehrsfläche innerorts“. Die dazu benötigten Daten (z. B. Art, Zeit und Ort des Unfalls) und die möglichen Unfallursachen werden im Rahmen des Grundmoduls „QM Unfallaufnahme“ aufgenommen, welches das Unfallgeschehen beschreiben soll (vgl. FGSV, 2012B). Gründe bzw. Ursachen für einen Unfall können neben dem Fehlverhalten eines Verkehrsteilnehmers (z. B. überhöhte Geschwindigkeit, Alkoholeinfluss) und technischen Problemen am Fahrzeug (z. B. Versagen der Bremsen) u. a. auch fehlerhafte Entwurfs Elemente von Straßen (z. B. Querschnittsgestaltung, Linienführung), schlechter Straßenzustand durch Witterung (z. B. vereiste oder laubbedeckte Fahrbahndecke) oder fehlerhafte Straßenausstattung (z. B. fehlerhafte Lichtsignalisierung oder Anzeige einer Streckenbeeinflussungsanlage, fehlendes Verkehrszeichen oder fehlende Markierung) sein (vgl. RICHTER, 1993; FGSV, 2003B; GRAW & ADAMEC, 2014). Sind die Ursachen eines Unfalls auf eine fehlerhafte Lichtsignalisierung oder Anzeige einer Verkehrsbeeinflussungsanlage zurückzuführen, sind zudem die entsprechenden Softwareprogramme und die dazugehörigen Detektoren auf ihre Funktionstüchtigkeit zu analysieren.

Der in diesem Kapitel beschriebene Zusammenhang zwischen dem übergeordneten Modul „QM Verkehrssicherheit“ und den in Abbildung 33 aufgeführten Grundmodulen ist für die Lebensphase Betrieb zu sehen und erhebt dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich der einzelnen Wechselwirkungen.

## 6.5.2 Modularisierung nach Bezugsgruppen

Neben der Erhöhung der Sicherheit, der Schonung der Umwelt und der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit soll ein Verkehrssystem zur **Befriedigung des Mobilitätsbedürfnisses** aller Verkehrsteilnehmer beitragen (AS&P, 1993). Dies schließt neben den einzelnen Verkehrsarten (Individualverkehr, öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr) ebenfalls die verschiedenen Personengruppen (z. B. junge und ältere Menschen, Menschen mit und ohne Behinderung) ein, die aufgrund ihrer unterschiedlichen Fähigkeiten unterschiedliche Anforderungen an das Verkehrssystem und dessen Ausgestaltung stellen (vgl. FGSV, 1994; FGSV, 1999B; ACKERMANN & GERLACH, 2005; HERRMANN-LOBREYER, 2007; BALLUFF & BOLTZE, 2015). Der Begriff der **Barrierefreiheit** spielt dabei im Straßen- und Verkehrswesen eine wesentliche Rolle. Dieser steht für die Nutzbarkeit eines Verkehrssystems und dessen Ausstattungselementen von mobilitätseingeschränkten Personen auf die gleiche Art und Weise wie von Menschen ohne Mobilitätseinschränkung (vgl. BGG), wobei Einschränkungen innerhalb der Mobilität aufgrund von Behinderungen, reisebedingte und/oder altersbedingte Einschränkungen auftreten können (FGSV, 2011B).

Gemäß § 4 BGG wird Barrierefreiheit wie folgt definiert:

„Barrierefrei sind bauliche und sonstige Anlagen, Verkehrsmittel, technische Gebrauchsgegenstände, Systeme der Informationsverarbeitung, akustische und visuelle Informationsquellen und Kommunikationseinrichtungen sowie andere gestaltete Lebensbereiche,

wenn sie für behinderte Menschen in der allgemein üblichen Weise, ohne besondere Erschwernis und grundsätzlich ohne fremde Hilfe zugänglich und nutzbar sind.“

Trotz der Forderung nach einem Planungs- und Entwurfsprinzip „**Design für alle**“ im Straßen- und Verkehrswesen (vgl. GROßMANN ET AL., 2008; FGSV, 2011B), ist dennoch zu beobachten, dass vor allem verkehrstechnische Einrichtungen, wie z. B. Lichtsignalanlagen oder Fahrbahnmarkierungen, oftmals in der Praxis nicht immer den **Anforderungen von Mobilitätseingeschränkten** entsprechen. Gründe hierfür sind zum einen die fehlenden finanziellen Ressourcen zur sachgemäßen Umsetzung sowie zum Betrieb und zum anderen die Zielkonflikte mit anderen Verkehrsteilnehmergruppen. (BOLTZE, 2013B; BALLUFF & BOLTZE, 2015) Um jedoch ein für alle Personen- bzw. Verkehrsteilnehmergruppen barrierefrei nutzbares Verkehrssystem dauerhaft gewährleisten zu können, ist die Qualität der Barrierefreiheit innerhalb aller Lebensphasen eines Verkehrssystems und seiner Ausstattungselemente systematisch zu überwachen und ggf. zu verbessern. Dies kann im Rahmen eines übergeordneten Moduls „**QM Mobilitätseingeschränkte**“ erfolgen, das unterschiedliche Informationen aus einzelnen Grundmodulen des Straßen- und Verkehrswesens bezieht. Allerdings sind die in diesem Modul zu berücksichtigenden Anforderungen und die daraus resultierenden Kriterien zur Beschreibung der Qualität der Barrierefreiheit aufgrund der unterschiedlichen Bezugsgrößen verschieden. Unterschiede bestehen z. B. zwischen den Anforderungen von mobilitätseingeschränkten Personen bei dem Straßen- bzw. Knotenpunktentwurf und der Straßenraumgestaltung. So sollte der **Knotenpunktentwurf** im Hinblick auf mobilitätseingeschränkte Personen u. a. folgende Punkte gewährleisten:

- einfache und übersichtliche Knotenpunktgestaltung,
- ausreichende Sichtweite,
- geringe Abbiegeradien,
- hinreichend breite Fahrstreifen und
- hinreichend breite Fahrbahnteiler sowie Mittelinseln.

(vgl. BOLTZE, 2013B; TOPP, 2014; WELLER ET AL., 2014; BALLUFF & BOLTZE, 2015)

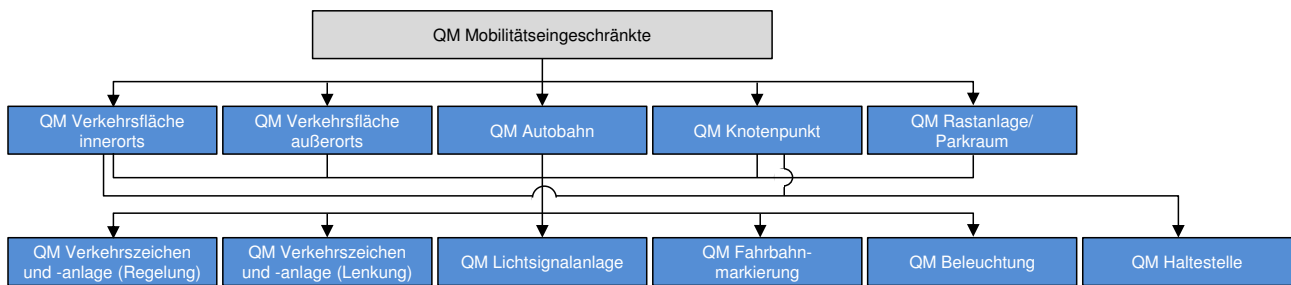
Im Zuge der Straßenraumgestaltung gemäß FGSV (2011B) sollen die **Grundfunktionen** Zonierung, Nivellierung, Linierung und Kontrastierung umgesetzt werden, um die Anforderungen von mobilitätseingeschränkten Personen zu berücksichtigen. Diese Funktionen werden in Tabelle 14 erläutert.

Tabelle 14: Grundfunktionen barrierefreier Räume (Quelle: FGSV, 2011B)

| Funktion       | Erläuterung   |
|----------------|---|
| Zonierung      | Trennung öffentlicher Räume in einbau- und hindernisfreie Bereiche für die Fortbewegung und Bereiche für den Aufenthalt, für Möblierung, das Abstellen von Fahrzeugen, Pfosten und Masten sowie Begrünung |
| Nivellierung   | Gewährleistung möglicher stufenloser Übergänge, generelle Vermeidung von Kanten über 3 cm Höhe  |
| Linierung      | auch: taktile Linienführung<br>Vorhandensein von Leitlinien für die Orientierung und Gewährleistung einer durchgängigen Erstattbarkeit von Wegen  |
| Kontrastierung | Visuell, taktil und akustisch kontrastierende Gestaltung des Verkehrsraums, Gewährleistung einer visuellen und taktilen Leit- und Warnfunktionen  |

Aufgrund der vielseitigen Anforderungen von mobilitätseingeschränkten Personen hinsichtlich der Planung und Umsetzung des Verkehrssystems und dessen Ausstattungselementen ist zu empfehlen, das übergeordnete Modul „QM Mobilitätseingeschränkte“ bedarfsorientiert aus den verschiedenen Grundmodulen des Straßen- und Verkehrswesens zusammenzusetzen. Um bspw. die Qualität der

Barrierefreiheit in der Straßenraumgestaltung zu erfassen und zu dokumentieren, sind die entsprechenden Grundmodule, wie z. B. „QM Verkehrsfläche innerorts Betrieb“ und „QM Markierung Betrieb“, auszuwählen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird dieses Beispiel aufgegriffen und in Abbildung 34 dargestellt.



**Legende:**

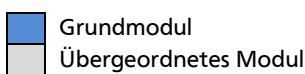


Abbildung 34: Übergeordnetes Modul „QM Mobilitätseingeschränkte“ in der Straßenraumgestaltung

Zur Beschreibung der Qualität der Barrierefreiheit in der Straßenraumgestaltung werden in Abhängigkeit der Straßenkategorien unterschiedliche Kriterien erfasst, bewertet und dokumentiert, ob und inwiefern diese den Anforderungen von mobilitätseingeschränkten Personen entsprechen. Während auf Außerortsstraßen, Autobahnen und Parkplätzen lediglich die Qualität der Markierung, Beschilderung und Beleuchtung von Bedeutung sind, werden auf innerörtlichen Verkehrsflächen zusätzlich z. B. die Bodenindikatoren, Bordsteinhöhen, Gehwegbreiten und Hilfssignalgeber (taktile und akustische Signalgeber) überprüft (vgl. FGSV, 2011B; GROßMANN ET AL., 2008; SIEGER ET AL., 2008; FGSV, 2015B). Darüber hinaus werden an Haltestellen des öffentlichen Verkehrs deren Ausstattung bspw. bezüglich der Sitzgelegenheiten, Wetterschutzeinrichtungen und Platz zum Rangieren für Rollstuhlfahrer untersucht (vgl. FGSV, 2011B). Die einzelnen Kriterien werden im Rahmen der in Abbildung 34 aufgeführten Grundmodule des Straßen- und Verkehrswesens erfasst.

Das hier vorgestellte übergeordnete Modul deckt lediglich nur einen Teilaspekt des Qualitätsmanagements für Mobilitätseingeschränkte im Straßen- und Verkehrswesen ab. Um jedoch die Bedürfnisse bzw. die Anforderungen von Mobilitätseingeschränkten an das Verkehrssystem im Ganzen erfassen zu können, sind weitere Aspekte, die bspw. die Planung und den Entwurf von Straßen betreffen, zu berücksichtigen. Die Ausgestaltung des somit recht umfangreichen übergeordneten Moduls sollte in enger Abstimmung mit den entsprechenden Interessengruppen vorgenommen und wird daher in der vorliegenden Arbeit nicht weiter vertieft.

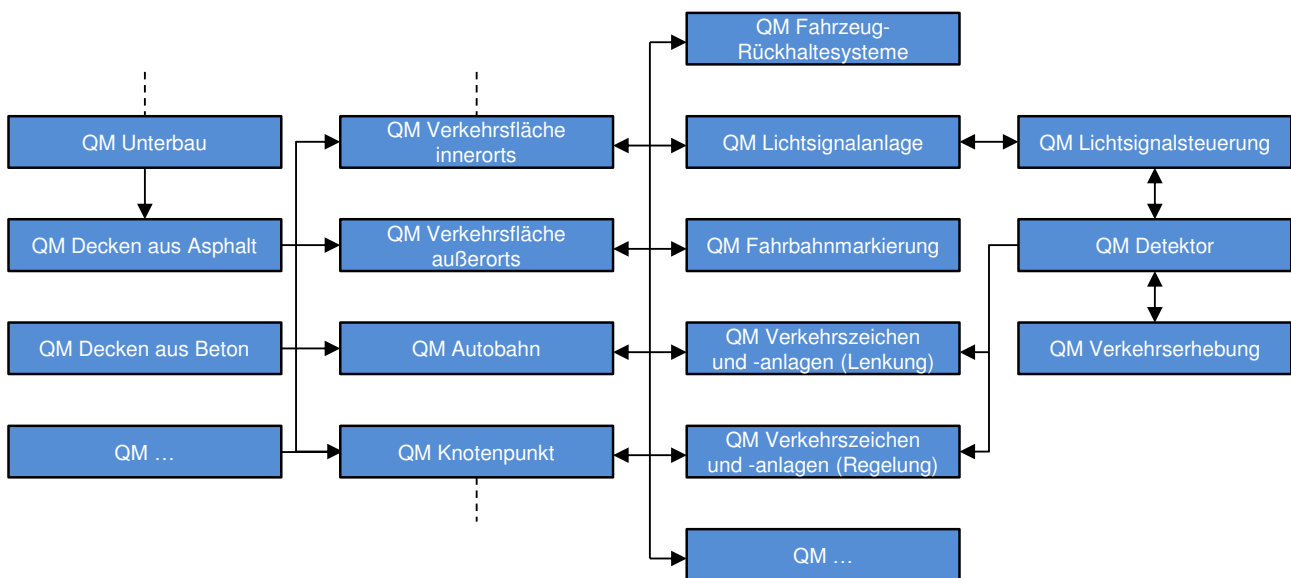
## 6.6 Wechselwirkungen zwischen den Modulen

Zwischen den einzelnen Grundmodulen und übergeordneten Modulen des Straßen- und Verkehrswesens bestehen unterschiedliche funktionale Abhängigkeiten, welche bereits bei der Modulabgrenzung zu berücksichtigen sind. Diese Abhängigkeiten zeigen dabei die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen technischen und organisatorischen Funktionen der Produkte und Dienstleistungen auf, die im Straßen- und Verkehrswesen auftreten. (vgl. Kapitel 6.3.1) Darüber hinaus beeinflussen sich die einzelnen Module gegenseitig. Diese **Wechselwirkungen** zwischen den Modulen können folgendermaßen auftreten:

- Abhängigkeiten zwischen den Prozessen zur Planung, zur Realisierung, zum Betrieb und zur Erhaltung der Module,
- Abhängigkeiten zwischen der Qualität einzelner Module,
- Verwendung einer Qualitätskenngröße für verschiedene Module,
- Beeinflussung der Qualität mehrerer Module durch bestimmte Maßnahmen der Qualitätsverbesserung eines anderen Moduls,
- Synergien innerhalb der Datenerfassung und Datenaufbereitung für verschiedene Module.

(vgl. JENTSCH, 2009)

Die einzelnen Grundmodule und übergeordneten Module des Straßen- und Verkehrswesens sollten systematisch dargestellt werden, um die jeweiligen Wechselwirkungen und Zusammenhänge zwischen den Modulen zu verdeutlichen. Dies sollte zweckmäßigerweise innerhalb einer Rahmenarchitektur umgesetzt werden. Da jedoch die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen den Modulen erst im Zuge der Spezifizierung der einzelnen Module aufgezeigt werden können (JENTSCH, 2009), wird in dieser Arbeit lediglich ein Beispiel für die Veranschaulichung der möglichen Wechselwirkungen gegeben, welches in Abbildung 35 dargestellt ist.



#### Legende:

Grundmodul

Abbildung 35: Beispielhafte Darstellung der Wechselwirkungen zwischen Modulen innerhalb einer Lebensphase

Die in Abbildung 35 dargestellten Pfeile symbolisieren die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Modulen des Straßen- und Verkehrswesens. So wird bspw. die Qualität einer innerörtlichen Straße (vgl. „QM Verkehrsfläche innerorts“) von der Art und Qualität der Ausführung der Fahrbahndecke (z. B. aus Asphalt oder aus Beton) und diese wiederum von der Art und Qualität der Ausführung des Unterbaus beeinflusst. Doch auch die einzelnen Ausstattungselemente, wie z. B. die Fahrbahnmarkierung und die Lichtsignalanlage, üben einen Einfluss auf die Straße aus. Wenn bspw. die Fahrbahnmarkierung abgefahren und somit für die Verkehrsteilnehmer kaum noch zu erkennen ist, könnten dadurch Unfälle entstehen, welche die Qualität der Straße hinsichtlich Verkehrssicherheit bestimmen. Daneben könnte die Qualität der Lichtsignalsteuerung die Qualität der Straße in Bezug auf den Verkehrsablauf und so auch auf die Umweltbelastungen beeinflussen. So können bspw. zu kurze Freigabezeiten für einen hochbelasteten Verkehrsstrom zu einem un stetigen Verkehrsfluss und vermehrtem Kraftstoffausstoß aufgrund der Anfahr- und Abbremsprozesse der einzelnen Fahrzeuge führen.



---

## 6.7 Fazit

Zur Modularisierung des Straßen- und Verkehrswesens wurden zunächst die grundlegenden Begriffe der Modularisierung und Kriterien zur Abgrenzung der einzelnen Module definiert. Anschließend wurden die Grundmodule des Straßen- und Verkehrswesens auf Basis einer Einordnung des Technischen Regelwerks der FGSV in den Qualitätsmanagementprozess gebildet, die letztendlich für die Erstellung der Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) herangezogen werden. Darüber hinaus wurden zwei Beispiele für übergeordnete Module (Modularisierung nach Oberzielen und Modularisierung nach Bezugsgruppen) näher erläutert, um die Definition solcher bedarfsorientiert gebildeter Module zu verdeutlichen.

Die Umsetzung der Module des Straßen- und Verkehrswesens birgt einen hohen Aufwand, daher sollte eine schrittweise Implementierung der Module angestrebt werden. Aus fachlicher Sicht sollte mit den Grundmodulen angefangen werden, da diese unabhängig von dem Gesamtansatz des Qualitätsmanagements realisiert werden können. Bei den Grundmodulen sollten diejenigen Module zuerst realisiert werden, welche den geringsten Aufwand verursachen oder wo bereits Mängel festgestellt worden sind. Anschließend sind die übergeordneten Module umzusetzen, deren Einführung mit zeitlichem Versatz erfolgen kann.

Ein Hilfsmittel zur Umsetzung der Module im Straßen- und Verkehrswesen können die QM-Leitfäden sein, die auf die Umsetzung des Qualitätsmanagements in der Praxis ausgerichtet sind. Diese Dokumente bieten ein einheitliches Qualitätsmanagements für jedes Modul und gewährleisten so einen Vergleich über die Module hinaus. Doch die QM-Leitfäden sollen nicht das vorhandene Technische Regelwerk ersetzen, sondern dieses komplementieren. Daher sind die Inhalte der QM-Leitfäden und die der einzelnen Regelwerke und Wissensdokumente des Technischen Regelwerks eindeutig voneinander abzugrenzen und darauf basierend ein Muster-QM-Leitfaden mit Hinweisen/Vorgaben zu Layout und Inhalten der QM-Leitfäden zu entwickeln.

---

## 7 Entwicklung eines Musterleitfadens für die Umsetzung eines Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen

---

### 7.1 Einführung

Neben der Verankerung von Aussagen zum Qualitätsmanagement im Technischen Regelwerk der FGSV erscheint es sinnvoll, die Umsetzung des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen durch Leitfäden zu unterstützen. Während das Technische Regelwerk bereits alle fachlichen Informationen bereitstellt, sollten die Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) auf die Umsetzung des Qualitätsmanagements in der Praxis (im Sinne eines Qualitätsmanagement-Handbuchs) ausgerichtet werden. Diese QM-Leitfäden sollen das bestehende Technische Regelwerk nicht ersetzen, sondern dienen lediglich als Ergänzung. Mit Hilfe dieser QM-Leitfäden kann die Qualität jedes Moduls einheitlich ermittelt und dokumentiert werden, wodurch eine Vergleichbarkeit über das Modul hinaus ermöglicht wird.

Im Rahmen dieses Kapitels wird ein Musterleitfaden des Qualitätsmanagements (Muster-QM-Leitfaden) zur Umsetzung des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen entworfen. Dazu wird im ersten Schritt der Inhalt der QM-Leitfäden von dem des bestehenden Technischen Regelwerks der FGSV abgegrenzt sowie mit dem des Qualitätsmanagement-Handbuchs nach DIN EN ISO 9000:2015-11 und DIN EN ISO 9001:2015-11 verglichen. Im zweiten Schritt wird ein Muster-QM-Leitfaden erarbeitet, welcher die herausgearbeiteten inhaltlichen Bestandteile aufgreift. Dieser Muster-QM-Leitfaden wird anschließend für die Grundmodule „Lichtsignalanlage Betrieb“ und „Lichtsignalsteuerung Betrieb“ beispielhaft angewendet.

### 7.2 Inhaltliche Abgrenzung zum Technischen Regelwerk

#### 7.2.1 Beschreibung des Technischen Regelwerks

##### *Systematik des bestehenden Technischen Regelwerks*

Das Technische Regelwerk der FGSV wird je nach Verbindlichkeitsgrad der im jeweiligen Dokument festgehaltenen Regelungen nach **Regelwerken** (R) und **Wissensdokumenten** (W) differenziert. Regelwerke sind dabei gemäß FGSV (2015c) Veröffentlichungen, die entweder regeln, „wie technische Sachverhalte geplant oder realisiert werden müssen bzw. sollen [...], oder empfehlen, wie diese geplant oder realisiert werden sollten [...]“. Wissensdokumente hingegen zeigen den aktuellen Wissensstand und „erläutern, wie technischer Sachverhalt zweckmäßigerweise behandelt werden kann oder schon erfolgreich behandelt worden ist.“ (FGSV, 2015c)

Des Weiteren wird auch innerhalb der Regelwerke und Wissensdokumente eine Unterscheidung in jeweils zwei **Kategorien** vorgenommen. Dabei wird zwischen R1 und R2 sowie W1 und W2 unterschieden. Diese Systematik des Technischen Regelwerks der FGSV ist in Tabelle 15 zusammen mit einem Beispiel aus dem bestehenden Technischen Regelwerk (Stand: August 2015), das der jeweiligen Kategorie von der FGSV zugeordnet wurde, beschrieben.

Tabelle 15: Systematik des Technischen Regelwerks der FGSV (Beschreibung der Kategorien in Anlehnung an FGSV, 2015c)

|                       | Kategorie            |    | Beschreibung   | Beispiel  |
|-----------------------|----------------------|----|--|---|
| Technisches Regelwerk | Regelwerke (R)       | R1 | R1 regeln, wie technische Sachverhalte geplant oder realisiert werden müssen bzw. sollen. Sie sind innerhalb der FGSV abgestimmt und haben eine hohe Verbindlichkeit.  | Richtlinien für Lichtsignalanlagen (FGSV, 2015B)                              |
|                       |                      | R2 | R2 empfehlen, wie technische Sachverhalte geplant oder realisiert werden sollten. Die FGSV empfiehlt ihre Anwendung als Stand der Technik.   | Merkblatt für den Winterdienst an Straßen (FGSV, 2010E)                       |
|                       | Wissensdokumente (W) | W1 | W1 umfassen Hinweise und geben den aktuellen Stand des Wissens innerhalb der Gremien wieder. Sie sind innerhalb der FGSV, aber nicht mit Externen abgestimmt.  | Hinweise zum Qualitätsmanagement an Lichtsignalanlagen (FGSV, 2014c)          |
|                       |                      | W2 | W2 umfassen Arbeitspapiere. Dabei kann es sich um Zwischenstände bei der Bearbeitung von weitergehenden Aktivitäten oder um Informations- und Arbeitshilfen handeln. Sie sind nicht innerhalb der FGSV abgestimmt und geben lediglich die Auffassung des jeweiligen Gremiums wieder. | Arbeitspapier - Betrachtungen zu Bindemittelmengengleitklauseln (FGSV, 1994A) |

### *Inhalt des Technischen Regelwerks*

Das Technische Regelwerk der FGSV ist inhaltlich sehr umfassend und weist einen sehr hohen Entwicklungsstand bezüglich der verschiedenen Aspekte des Straßen- und Verkehrswesens auf. Die einzelnen Regelwerke und Wissensdokumente sollen dabei ein technisch einwandfreies, sicheres, umweltfreundliches und wirtschaftliches Verkehrssystem dauerhaft gewährleisten.

Die im bestehenden Technischen Regelwerk angesprochenen Produkte und Dienstleistungen wurden im Rahmen der Modularisierung des Straßen- und Verkehrswesens herausgearbeitet, indem das Technische Regelwerk in den Qualitätsmanagementprozess eingeordnet wurde. Wie bereits in Kapitel 6.4.1 festgehalten, werden grundsätzlich alle Produkte und Dienstleistungen im Technischen Regelwerk der FGSV angesprochen. Darüber hinaus beinhaltet das Technische Regelwerk nach FGSV (2011A) Regelungen, welche die Lebensphasen zur **Planung**, zum **Entwurf**, zur **Vorbereitung** und **Abwicklung von Baumaßnahmen** sowie zum **Betrieb** und zur **Erhaltung** von Straßen betreffen. Abbildung 36 zeigt den Anwendungsbereich des Technischen Regelwerks gemäß FGSV (2011A) bezüglich der Lebensphasen im Straßen- und Verkehrswesen (vgl. Kapitel 3.7).

|                       |                  |    | Lebensphase              |                           |                                   |         |           |                    |
|-----------------------|------------------|----|--------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------|-----------|--------------------|
|                       |                  |    | Bedarfs- und Netzplanung | Rahmen- und Detailplanung | Bauvorbereitung und -durchführung | Betrieb | Erhaltung | Umnutzung/ Rückbau |
| Technisches Regelwerk | Regelwerke       | R1 | Anwendungsbereich        |                           |                                   |         |           |                    |
|                       |                  | R2 |                          |                           |                                   |         |           |                    |
|                       | Wissensdokumente | W1 |                          |                           |                                   |         |           |                    |
|                       |                  | W2 |                          |                           |                                   |         |           |                    |

Abbildung 36: Anwendungsbereich des Technischen Regelwerks der FGSV hinsichtlich der behandelten Lebensphasen (nach FGSV, 2011A)

Wie in Abbildung 36 zu sehen, wird die Lebensphase Umnutzung/Rückbau im Technischen Regelwerk nicht direkt adressiert. Dennoch konnten sowohl im Rahmen der Auswertung von BOLTZE ET AL. (2014A) als auch während der Einordnung des Technischen Regelwerks in den Qualitätsmanagementprozess (vgl. Kapitel 6.4.1) vereinzelt Aussagen gefunden werden, die dieser Lebensphase zugeordnet werden können. So kann festgehalten werden, dass die Lebensphase Umnutzung/Rückbau zwar nicht im Vordergrund der Regelungen im Technischen Regelwerk steht, aber dennoch nicht gänzlich unbeachtet bleibt.

#### *Generalgliederung des Technischen Regelwerks*

Um eine inhaltliche Abgrenzung zwischen dem bestehenden Technischen Regelwerk und der Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) zu ermöglichen, muss zunächst beschrieben werden, welche möglichen Inhaltspunkte das Technische Regelwerk im Straßen- und Verkehrswesen umfasst.

Von Seiten der FGSV-Leitung werden hinsichtlich der **Inhalte** und der **Gliederung** der einzelnen Regelwerke und Wissensdokumente **keine Vorgaben** getätigt. Diese sind Aufgabe der einzelnen FGSV-Gremien, die für die Erstellung der Regelwerke und Wissensdokumente zuständig sind. Da somit eine allgemeingültige Gliederung des Technischen Regelwerks nicht vorliegt, wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein **Vorschlag für eine Generalgliederung** des Technischen Regelwerks erarbeitet. Dazu werden basierend auf den Gliederungen der bestehenden Regelwerke (R1 und R2) und Wissensdokumente (W1 und W2) mögliche Bestandteile einer allgemeingültigen Gliederung zusammengestellt.

In Tabelle 16 ist ein Vorschlag für eine solche Generalgliederung samt der Beschreibung der möglichen Inhaltspunkte aufgeführt, deren Reihenfolge flexibel gestaltet werden kann. Darüber hinaus können die einzelnen Inhaltspunkte je nach zu betrachtendem Produkt bzw. zu betrachtender Dienstleistung oder Aspekte des Straßen- und Verkehrswesens angepasst werden. Die Gliederung kann zudem unabhängig von der zu betrachteten Lebensphase für jedes Produkt und für jede Dienstleistung im Straßen- und Verkehrswesen angewendet werden.

Tabelle 16: Vorschlag für eine Generalgliederung des Technischen Regelwerks der FGSV

| Bestandteile   | Inhalt des Technischen Regelwerks  |
|--|--|
| Vorstellung des <b>Regelwerks/ Wissensdokuments</b>  | Vorstellung des Regelwerks/Wissensdokuments hinsichtlich Zweck, Inhalt und Anwendungsbereich   |
| Definition eines <b>Leitbilds</b>  | Definition eines Leitbilds als Rahmen für das Qualitätsmanagement  |
| Formulierung von <b>strategischen Zielen</b>   | Definition von allgemeinen und qualitativen Zielen sowie Grundsätzen hinsichtlich Sicherheit, Umwelt, Mobilität und Wirtschaftlichkeit zur Erreichung des angestrebten Leitbilds       |
| Formulierung von <b>operativen Zielen</b>  | Definition von spezifischen, messbaren, ausführbaren, realistischen und termingerechten Zielen hinsichtlich Sicherheit, Umwelt, Mobilität und Wirtschaftlichkeit                       |
| Darstellung der <b>Grundlagen</b>  | Darstellung der Begriffsdefinitionen, der fachlichen Grundsätze, Rechtsgrundlagen, Verantwortlichkeiten sowie der erforderlichen Daten und Unterlagen                                  |
| Beschreibung und Strukturierung des <b>Produkts</b> bzw. der <b>Dienstleistung</b> und ggf. der <b>Komponenten</b> | Beschreibung und Strukturierung des Produkts bzw. der Dienstleistung und ggf. der einzelnen Komponenten hinsichtlich Art, Umfang, Einsatzkriterien und Wechselwirkungen mit dem Umfeld |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Bestandteile  | Inhalt des Technischen Regelwerks  |
|---|--|
| Darstellung der <b>Technischen Regeln</b> (zur Planung, zur Realisierung, zum Betrieb, zur Erhaltung und zur Umnutzung/zum Rückbau des Produkts bzw. der Dienstleistung, ggf. dessen Komponenten sowie der technischen und sonstigen Ausstattungselementen unter verschiedenen Rahmenbedingungen) | Formulierung der Technischen Regeln zur Planung, zur Realisierung, zum Betrieb, zur Erhaltung und zur Umnutzung/zum Rückbau durch Arbeitsanweisungen, Parameterdefinitionen, Berechnungsvorschriften, Mindest- und Maximalwerte, angestrebtes Ergebnis, zeitliche Vorgaben, Anforderungen an Materialeigenschaften, beteiligte Personen, Sonderformen der Ausführung, Querverweise auf andere Regelwerke und Dokumentation |
| Darstellung der <b>Liefer- und Lagerbedingungen</b> der Komponenten des Produkts bzw. der Dienstleistung  | Beschreibung der Lieferung und Lagerung der einzelnen Komponenten des Produkts bzw. der Dienstleistung hinsichtlich Art, Umfang, Kennzeichnung und zeitliche Vorgaben  |
| Festlegung von <b>Qualitätsmerkmalen</b>  | Formulierung von objektiven Kenngrößen zu Sicherheit, Umwelt, Mobilität und Wirtschaftlichkeit zur Messbarkeit der Qualität  |
| Durchführung der <b>Abnahme</b>   | Beschreibung des Vorgehens bei der Abnahme bezüglich Art, Umfang, Abnahmekriterien und Dokumentation   |
| ...   | ...  |
| Darstellung des <b>Anhangs</b>  | Zusammenstellung der Berechnungsbeispiele, Regelplänen und der verwendeten Literatur   |

Die in Tabelle 16 vorgeschlagene Gliederung sollte möglichst alle angesprochenen Regelungen des bestehenden Technischen Regelwerks berücksichtigen. Um dies sicherzustellen, wurden die einzelnen Kapitel von ausgewählten Regelwerken (R1 und R2) sowie Wissensdokumenten (W1 und W2) der Generalgliederung zugeordnet. Die Zuordnung von jeweils zwei Beispielen je Regelwerks- bzw. Wissensdokumentkategorie ist in der Anlage 6 zu finden. Diese Zuordnung zeigt, dass die Kapitel der ausgewählten Regelwerke und Wissensdokumente in die vorgeschlagene Generalgliederung für das Technische Regelwerk eingeordnet werden können. So kann festgehalten werden, dass die im Rahmen dieser Arbeit erarbeitete allgemeingültige Gliederung die Gliederungen des bestehenden Technischen Regelwerks der FGSV abdeckt.

## 7.2.2 Abgrenzung zwischen dem Technischen Regelwerk und den Leitfäden für Qualitätsmanagement

Die Bestandteile bzw. Inhalte, welche ein umfassendes Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen behandeln sollte, wurden bereits in Kapitel 3.4 zusammengestellt. Diese Inhaltspunkte sollten im Rahmen der Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) für die einzelnen Module des Straßen- und Verkehrswesens konkret ausformuliert werden. Dabei stellen die QM-Leitfäden eine **Ergänzung zu dem bestehenden Technischen Regelwerk** dar und sollen dieses nicht ersetzen. Darüber hinaus sollen mögliche inhaltliche Überschneidungen bzw. Dopplungen vermieden werden, somit sind Inhalte der QM-Leitfäden und die des Technischen Regelwerks eindeutig voneinander abzugrenzen. Dazu werden die einzelnen Bestandteile bzw. Inhaltspunkte eines umfassenden Qualitätsmanagements (vgl. Tabelle 3, Kapitel 3.4) dem Dokument, d. h. dem Technischen Regelwerk oder der QM-Leitfäden, zugeordnet, in dem die jeweiligen Aussagen zweckmäßig erscheinen. In Tabelle 17 ist die **inhaltliche Abgrenzung** eines umfassenden Qualitätsmanagements zwischen dem Technischen Regelwerk und der QM-Leitfäden dargestellt.

Tabelle 17: Inhaltliche Abgrenzung der Inhalte eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen

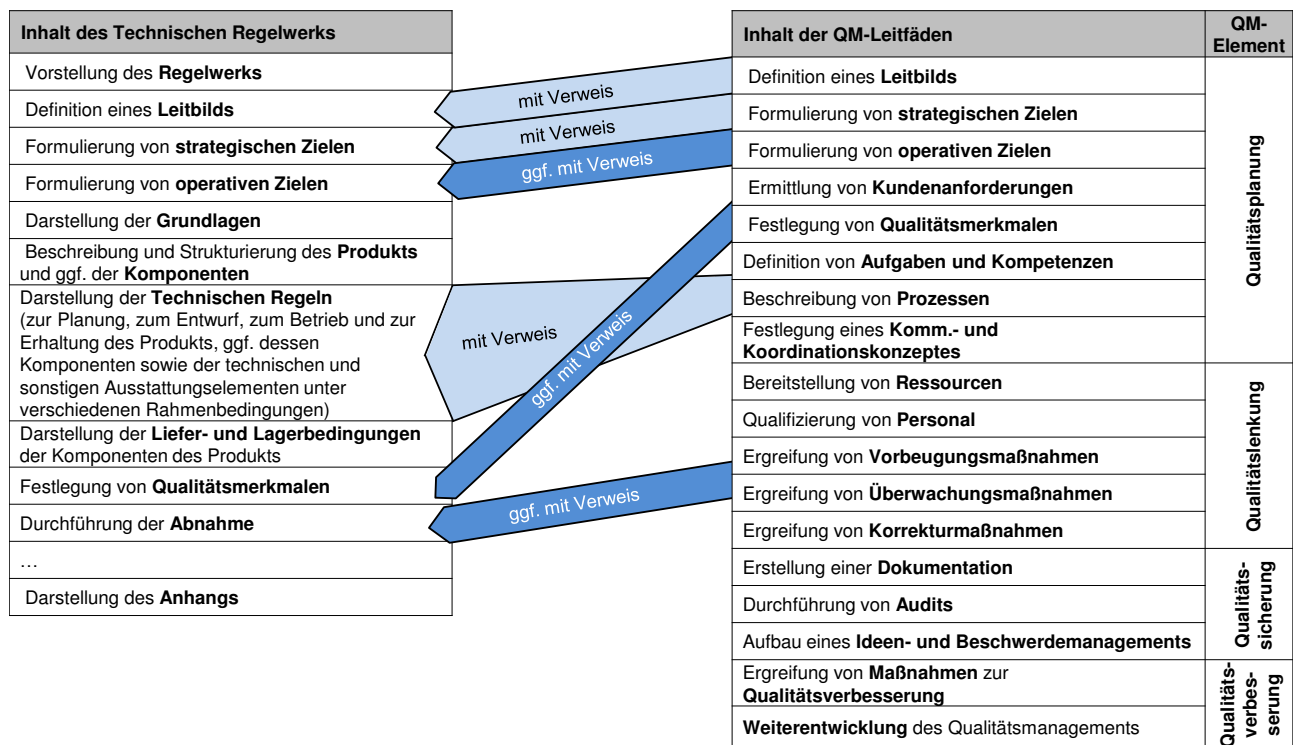
| Element des Qualitätsmanagements | Bestandteile  | Inhaltliche Abgrenzung                     |
|----------------------------------|---|--|
| Qualitätsplanung                 | Definition eines <b>Leitbilds</b>                                 | mit Verweis auf Technisches Regelwerk      |
|                                  | Formulierung von <b>strategischen Zielen</b>                      | mit Verweis auf Technisches Regelwerk      |
|                                  | Formulierung von <b>operativen Zielen</b>                         | Ggf. mit Verweis auf Technisches Regelwerk |
|                                  | Ermittlung von <b>Kundenanforderungen</b>                         |  |
|                                  | Festlegung von <b>Qualitätsmerkmalen</b>                          | Ggf. mit Verweis auf Technisches Regelwerk |
|                                  | Definition von <b>Aufgaben und Kompetenzen</b>                    |  |
|                                  | Beschreibung von <b>Prozessen</b>                                 | mit Verweis auf Technisches Regelwerk      |
|                                  | Festlegung eines <b>Kommunikations- und Koordinationskonzepts</b> |  |
| Qualitätslenkung                 | Bereitstellung von <b>Ressourcen</b>                              |  |
|                                  | <b>Qualifizierung</b> von Personal                                |  |
|                                  | Ergreifung von <b>Vorbeugungsmaßnahmen</b>                        |  |
|                                  | Ergreifung von <b>Überwachungsmaßnahmen</b>                       |  |
|                                  | Ergreifung von <b>Korrekturmaßnahmen</b>                          |  |
| Qualitätssicherung               | Erstellung einer <b>Dokumentation</b>                             |  |
|                                  | Durchführung von <b>Audits</b>                                    |  |
|                                  | Aufbau eines <b>Ideen- und Beschwerdemanagements</b>              |  |
| Qualitätsverbesserung            | Ergreifung von <b>Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung</b>         |  |
|                                  | <b>Weiterentwicklung</b> des Qualitätsmanagements                 |  |

Legende:

|  |                       |
|--|-----------------------|
|  | QM-Leitfäden          |
|  | Technisches Regelwerk |

Gemäß Tabelle 17 sollten das Leitbild, die strategischen Ziele und die Prozesse im Rahmen des Technischen Regelwerks aufgegriffen werden. Dennoch sollten in QM-Leitfäden Verweise auf das entsprechende Regelwerk oder Wissensdokument, das diese Inhaltspunkte für ein Modul beschreibt, aufgeführt sein. Bezüglich der operativen Ziele und der Qualitätsmerkmale ist zu beachten, ob diese bereits im Technischen Regelwerk berücksichtigt worden sind. Wenn diese Inhaltspunkte schon ausreichend in einem Regelwerk bzw. Wissensdokument beschrieben worden sind, ist ein Verweis in den entsprechenden QM-Leitfaden vorzunehmen. Sollten jedoch die Inhaltspunkte nicht umfassend berücksichtigt worden sein, sind diese in den jeweiligen QM-Leitfaden aufzunehmen. Daneben können bspw. die Ermittlung von Kundenanforderungen sowie Bestandteile der Qualitätslenkung, Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung als Inhalte der QM-Leitfäden betrachtet werden.

Abbildung 37 zeigt die Gegenüberstellung der Inhalte der Generalgliederung des Technischen Regelwerks und der Inhalte der QM-Leitfäden.



Legende:

- QM-Leitfäden
- Technisches Regelwerk

Abbildung 37: Gegenüberstellung der Inhalte des Technischen Regelwerks und der QM-Leitfäden

Auf Grundlage dieser inhaltlichen Abgrenzung zwischen dem Technischen Regelwerk und der QM-Leitfäden wurden die Kapitel von ausgewählten Regelwerken und Wissensdokumenten den einzelnen Bestandteilen zugeordnet. Diese Zuordnung ist in der Anlage 7 zu finden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Zuordnung der einzelnen Kapitel zu dem jeweiligen Dokument, d. h. zu dem Technischen Regelwerk oder zu den QM-Leitfäden, grob vorgenommen wurde. So wurden die Kapitel lediglich basierend auf ihrem Kapitelnamen und nicht auf ihren konkreten Inhalt zugewiesen. Die Auswertung in BOLTZE ET AL. (2014A) zeigt allerdings, dass auch einzelne Aussagen, die nach der inhaltlichen Abgrenzung den QM-Leitfäden zugeordnet werden würden, sich in Kapiteln befinden können, die Teil des Technischen Regelwerks wären.

Dennoch scheint die gewählte Vorgehensweise zur Abgrenzung ausreichend und so kann anhand der in der Anlage 7 befindlichen Zuordnung festgehalten werden, dass zum einen einzelne Kapitel eines Regelwerks oder Wissensdokuments gemäß der inhaltlichen Abgrenzung (vgl. Tabelle 17) den QM-Leitfäden zugeordnet werden können (z. B. Kapitel 8 „Qualitätsmanagement“ der Richtlinien für Lichtsignalanlagen, vgl. Anlage 7.1). Zum anderen können ganze Regelwerke oder Wissensdokumente als ein QM-Leitfaden für ein bestimmtes Modul oder als Technisches Regelwerk (z. B. Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen, vgl. Anlage 7.2) angesehen werden.

### 7.2.3 Vorschlag zur Erweiterung der Systematik des Technischen Regelwerks

Gemäß der inhaltlichen Abgrenzung von dem Technischen Regelwerk der FGSV und den Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) in Kapitel 7.2.2 sollen die QM-Leitfäden das bestehende Technische Regelwerk komplementieren. Somit stellen die **Leitfäden separate Dokumente** dar, die auch in Bezug auf die Richtlinienkategorie von den Regelwerken und Wissensdokumenten der FGSV abgegrenzt werden sollten. Im Rahmen dieser Arbeit wird daher die bestehende Systematik

des Technischen Regelwerks (vgl. Tabelle 15) um die Einführung der **Kategorie Q** erweitert, welche die QM-Leitfäden umfasst. Tabelle 18 zeigt die vorgeschlagene Erweiterung der Systematik des Technischen Regelwerks der FGSV. Die aufgeführten Beispiele wurden dabei u. a. auf Basis der inhaltlichen Zuordnung nach Anlage 7 den jeweiligen Kategorien zugeordnet.

Tabelle 18: Vorschlag für neue Systematik des Technischen Regelwerks der FGSV (Beschreibung der Kategorien R und W in Anlehnung an FGSV, 2015c)

|                       | Kategorie |    | Beschreibung   | Beispiel  |
|-----------------------|-----------|----|--|---|
| Technisches Regelwerk | R         | R1 | R1 regeln, wie technische Sachverhalte geplant oder realisiert werden müssen bzw. sollen. Sie sind innerhalb der FGSV abgestimmt und haben eine hohe Verbindlichkeit.  | Richtlinien für Lichtsignalanlagen (ohne Kapitel 8) (FGSV, 2015b)   |
|                       |           | R2 | R2 empfehlen, wie technische Sachverhalte geplant oder realisiert werden sollten. Die FGSV empfiehlt ihre Anwendung als Stand der Technik.   | Merkblatt für den Bau griffiger Asphaltdeckschichten (FGSV, 2004)   |
|                       | W         | W1 | W1 umfassen Hinweise und geben den aktuellen Stand des Wissens innerhalb der Gremien wieder. Sie sind innerhalb der FGSV, aber nicht mit Externen abgestimmt.  | Hinweise für barrierefreie Verkehrsanlagen (FGSV, 2011b)  |
|                       |           | W2 | W2 umfassen Arbeitspapiere. Dabei kann es sich um Zwischenstände bei der Bearbeitung von weitergehenden Aktivitäten oder um Informations- und Arbeitshilfen handeln. Sie sind nicht innerhalb der FGSV abgestimmt und geben lediglich die Auffassung des jeweiligen Gremiums wieder. | Arbeitspapier - Mechanisches Verhalten von Asphalt in Befestigungen für Verkehrsflächen - Eingangsgrößen in die Bemessung (FGSV, 2006A) |
| QM-Leitfäden          | Q         | Q1 | Q1 regeln, wie die Qualität von technischen Sachverhalten geplant, realisiert, überwacht und verbessert werden sollte. Sie sind innerhalb der FGSV abgestimmt.   | Hinweise zum Qualitätsmanagement an Lichtsignalanlagen (FGSV, 2014c)  |
|                       |           | Q2 | Q2 empfehlen, wie die Qualität von technischen Sachverhalten geplant, realisiert, überwacht und verbessert werden sollte. Die FGSV empfiehlt ihre Anwendung.   | Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen (FGSV, 2002b)   |

Eine weitere Unterteilung der Kategorie der QM-Leitfäden in Q1 und Q2 sollte sich an dem Verbindlichkeitsgrad der Regelwerke (R1 und R2) orientieren, die in der FGSV abgestimmt sind und als Stand der Technik angewendet werden sollten. Dies sollte auch für die Qualitätsmessung, -überwachung und -dokumentation der einzelnen Module im Straßen- und Verkehrswesen im Rahmen der QM-Leitfäden gelten.

Darüber hinaus sollte eine Einstufung in Q1 oder Q2 für bestehende Regelwerke und Wissensdokumente entsprechend der aktuellen Zuweisung (R1/R2 oder W1/W2) vorgenommen werden. So würden bspw. gemäß der neuen Systematik des Technischen Regelwerks die „Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen“ in die Kategorie Q2 eingeordnet werden, welche aktuell der Kategorie R2 angehören.

### 7.3 Einordnung im Vergleich zum Qualitätsmanagement-Handbuch nach DIN EN ISO 9000:2015-11

Die Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) sollen die Umsetzung des Qualitätsmanagements in der Praxis im Sinne eines Qualitätsmanagement-Handbuchs (QM-Handbuch) unterstützen. Doch während sich das QM-Handbuch auf die **Dokumentation eines**



---

**Qualitätsmanagements einer Organisation** bezieht, sollen die QM-Leitfäden ein **einheitliches Qualitätsmanagement der definierten Module** im Straßen- und Verkehrswesen unabhängig von der Organisation gewährleisten. Dennoch erscheint es zweckmäßig, neben der inhaltlichen Abgrenzung der QM-Leitfäden von dem Technischen Regelwerk, ebenfalls dessen Inhalte mit dem eines QM-Handbuchs nach DIN EN ISO 9000:2015-11 zu vergleichen.

Das QM-Handbuch ist gemäß DIN EN ISO 9000:2015-11 eine „Spezifikation für ein Qualitätsmanagementsystem einer Organisation“, wobei eine Spezifikation als „Dokument, das Anforderungen festlegt“ definiert ist. Das QM-Handbuch stellt demnach eine Dokumentation des Handlungskonzepts zum Qualitätsmanagement vor dem Hintergrund der jeweiligen Organisationsstruktur dar. So werden darin die Qualitätspolitik einer Organisation sowie ihre Absichten und Maßnahmen zur Sicherung und Verbesserung der Qualität innerhalb der Organisation beschrieben. (GEIGER & KOTTE, 2008; BRÜGGEMANN & BREMER, 2012; KAMISKE & BRAUER, 2012; MÜLLER, 2014) Das QM-Handbuch kann dabei bezüglich des Detaillierungsgrads und Formats an die Größe und die Komplexität einer Organisation angepasst werden (DIN EN ISO 9000:2015-11).

Nach DIN EN ISO 9001:2015-11 ist ein QM-Handbuch jedoch nicht mehr explizit gefordert. Die zu dokumentierenden Informationen, „die von einer Organisation gelenkt und aufrechterhalten werden müssen“, können jedes Format oder Medium aufweisen (DIN EN ISO 9001:2015-11). Das bedeutet, dass die Informationen bspw. über das Qualitätsmanagementsystem oder über die erreichten Ergebnisse nicht zwangsläufig in Papierform dokumentiert werden müssen, sondern auch webbasiert abgebildet werden können.

Die Struktur bzw. der Inhalt eines QM-Handbuchs orientiert sich an den **Anforderungen** an ein Qualitätsmanagementsystem (QMS), die in DIN EN ISO 9001:2015-11 festgelegt werden. So weisen bereits bestehende QM-Handbücher einen Aufbau auf, der an die Kapitelstruktur der ersetzten DIN EN ISO 9001:2008-12 angelehnt ist (vgl. z. B. FREYTAG, 2007; KIRSCHFINK & ARETZ, 2009). Zum Vergleich der Inhalte eines QM-Handbuchs zu denen der QM-Leitfäden werden daher die in DIN EN ISO 9001:2015-11 formulierten Anforderungen als inhaltliche Bestandteile eines QM-Handbuchs gewählt.

Tabelle 19 zeigt die Zuordnung der Anforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem zu den Inhalten der QM-Leitfäden, wobei die Abgrenzung der Inhalte zwischen dem Technischen Regelwerk und der QM-Leitfäden entsprechend Tabelle 17 übernommen wurde. Die aufgeführten Nummern stehen für die jeweiligen Kapitelnummern der DIN EN ISO 9001:2015-11.

Tabelle 19: Zuordnung der Anforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem zu den Inhalten der QM-Leitfäden



| Element des Qualitätsmanagements | Bestandteile   | Bestandteile eines QM-Handbuchs:<br>Anforderungen an QMS nach DIN EN ISO 9001:2015-11  |
|----------------------------------|--|--|
| Qualitätsplanung                 | Definition eines <b>Leitbilds</b>                                  | <b>5 Führung</b><br>5.2 Qualitätspolitik   |
|                                  | Formulierung von <b>strategischen Zielen</b>                       | <b>5 Führung</b><br>5.2 Qualitätspolitik   |
|                                  | Formulierung von <b>operativen Zielen</b>                          | <b>6 Planung für das Qualitätsmanagementsystem</b><br>6.2 Qualitätsziele und Planung zur deren Erreichung  |
|                                  | Ermittlung von <b>Kundenanforderungen</b>                          | <b>6 Planung für das Qualitätsmanagementsystem</b><br>6.2 Qualitätsziele und Planung zur deren Erreichung  |
|                                  | Festlegung von <b>Qualitätsmerkmalen</b>                           | <b>4 Kontext der Organisation</b><br>4.2 Verstehen der Erfordernisse und Erwartungen interessierter Parteien   |
|                                  |  | <b>8 Betrieb</b><br>8.2 Bestimmen von Anforderungen an Produkte und Dienstleistungen   |
|                                  |  | <b>8 Betrieb</b><br>8.1 Betriebliche Planung und Steuerung<br>8.2 Bestimmen von Anforderungen an Produkte und Dienstleistungen<br>8.4 Kontrolle von extern bereitgestellten Produkten und Dienstleistungen   |
|                                  | Definition von <b>Aufgaben und Kompetenzen</b>                     | <b>4 Kontext der Organisation</b><br>4.1 Verstehen der Organisation und ihres Kontextes  |
|                                  |  | <b>5 Führung</b><br>5.1 Führung und Verpflichtung<br>5.3 Rollen, Verantwortlichkeiten und Befugnisse in der Organisation   |
|                                  |  | <b>7 Unterstützung</b><br>7.2 Kompetenz  |
|                                  | Beschreibung von <b>Prozessen</b>                                  | <b>8 Betrieb</b><br>8.1 Betriebliche Planung und Steuerung<br>8.3 Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen<br>8.5 Produktion und Dienstleistungserbringung<br>8.6 Freigabe von Produkten und Dienstleistungen<br>8.7 Steuerung nichtkonformer Prozessergebnisse, Produkte und Dienstleistungen |
|                                  |  | <b>7 Unterstützung</b><br>7.4 Kommunikation  |
|                                  | Festlegung eines <b>Kommunikations- und Koordinationskonzeptes</b> | <b>7 Unterstützung</b><br>7.4 Kommunikation  |
| Qualitätslenkung                 | Bereitstellung von <b>Ressourcen</b>                               | <b>7 Unterstützung</b><br>7.1 Ressourcen   |
|                                  | <b>Qualifizierung</b> von Personal                                 | <b>7 Unterstützung</b><br>7.2 Kompetenz<br>7.3 Bewusstsein   |
|                                  |  | <b>6 Planung für das Qualitätsmanagementsystem</b><br>6.1 Maßnahmen zum Umgang mit Risiken und Chancen   |
|                                  |  | <b>10 Verbesserung</b><br>10.1 Allgemeines   |
|                                  | Ergreifung von <b>Überwachungsmaßnahmen</b>                        | <b>8 Betrieb</b><br>8.4 Kontrolle von extern bereitgestellten Produkten und Dienstleistungen   |
|                                  |  | <b>9 Bewertung der Leistung</b><br>9.1 Überwachung, Messung, Analyse und Bewertung<br>9.3 Managementbewertung  |
|                                  |  |  |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Element des Qualitätsmanagements | Bestandteile  | Bestandteile eines QM-Handbuchs:<br>Anforderungen an QMS nach DIN EN ISO 9001:2015-11  |
|----------------------------------|---|--|
| Qualitätslenkung                 | Ergreifung von <b>Korrekturmaßnahmen</b>                  | <b>8 Betrieb</b><br>8.7 Steuerung nichtkonformer Prozessergebnisse, Produkte und Dienstleistungen                                    |
|                                  |   | <b>10 Verbesserung</b><br>10.1 Allgemeines<br>10.2 Nichtkonformität und Korrekturmaßnahmen   |
|                                  |   |  |
| Qualitätssicherung               | Erstellung einer <b>Dokumentation</b>                     | <b>7 Unterstützung</b><br>7.5 Dokumentierte Informationen  |
|                                  | Durchführung von <b>Audits</b>                            | <b>9 Bewertung der Leistung</b><br>9.2 Internes Audit  |
|                                  | Aufbau eines <b>Ideen- und Beschwerdemanagements</b>      | <b>8 Betrieb</b><br>8.2 Bestimmen von Anforderungen an Produkte und Dienstleistungen   |
| Qualitätsverbesserung            | Ergreifung von <b>Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung</b> | <b>10 Verbesserung</b><br>10.1 Allgemeines<br>10.3 Fortlaufende Verbesserung   |
|                                  |   | <b>4 Kontext der Organisation</b><br>4.4 Qualitätsmanagementsystem und dessen Prozesse   |
|                                  |   | <b>6 Planung für das Qualitätsmanagementsystem</b><br>6.1 Maßnahmen zum Umgang mit Risiken und Chancen<br>6.3 Planung von Änderungen |
|                                  | <b>Weiterentwicklung</b> des Qualitätsmanagements         | <b>9 Bewertung der Leistung</b><br>9.3 Managementbewertung   |
|                                  |   | <b>10 Verbesserung</b><br>10.3 Fortlaufende Verbesserung   |
|                                  |   |  |
|                                  |   |  |

Legende:

|   |                       |
|---|-----------------------|
|  | QM-Leitfäden          |
|  | Technisches Regelwerk |

Wie in Tabelle 19 zu sehen, können die Anforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem gemäß DIN EN ISO 9001:2015-11 den Inhalten der QM-Leitfäden zugeordnet werden. Lediglich die Anforderung „Festlegen des Anwendungsbereichs des Qualitätsmanagementsystems“ wurde nicht eingeordnet, da der Anwendungsbereich für die QM-Leitfäden durch das jeweils zu betrachtende Modul bereits vorgegeben ist. Somit kann festgehalten werden, dass die QM-Leitfäden die von der DIN-Norm geforderten Inhalte eines QM-Handbuchs abdecken.

## 7.4 Inhalte der Leitfäden des Qualitätsmanagements

Basierend auf der Gegenüberstellung der Inhalte des Technischen Regelwerks und eines Qualitätsmanagement-Handbuchs mit denen eines umfassenden Qualitätsmanagements werden die einzelnen Inhalte der Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) im Rahmen eines Musterleitfadens des Qualitätsmanagements (Muster-QM-Leitfaden) zusammengestellt. Dieser Muster-QM-Leitfaden kann schließlich für die einzelnen Module des Straßen- und Verkehrswesens (vgl. Kapitel 6) konkret ausgearbeitet werden.

Der inhaltliche Aufbau eines Muster-QM-Leitfaden bzw. der QM-Leitfäden kann in drei wesentliche Teile untergliedert werden, die in Abbildung 38 dargestellt sind. Dabei wird an die Struktur von FGSV (2014c) angelehnt, da diese die Inhalte eines umfassenden Qualitätsmanagements und damit der QM-Leitfäden abdecken kann. Darüber hinaus ähnelt FGSV (2014c) gemäß Kapitel 7.2.2 bereits inhaltlich einem QM-Leitfaden.

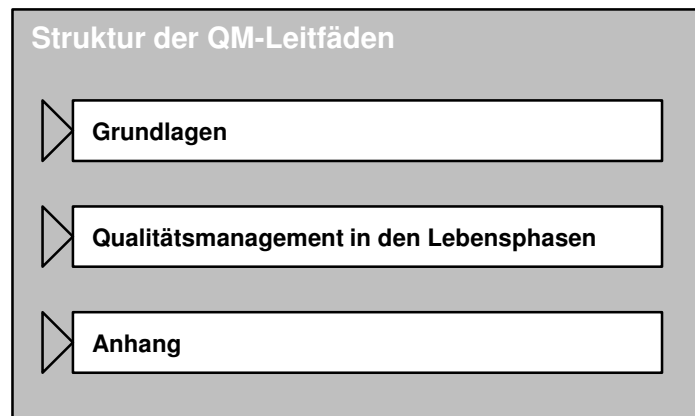


Abbildung 38: Struktur der QM-Leitfäden

In dem ersten Teil werden die **Grundlagen** zum Qualitätsmanagement und zu den QM-Leitfäden beschrieben. Der zweite Teil stellt den Hauptteil der QM-Leitfäden dar und umfasst die konkrete **Ausgestaltung der Inhalte eines umfassenden Qualitätsmanagements** für die jeweiligen Grundmodule, d. h. für die jeweiligen Produkte und Dienstleistungen in ihren einzelnen Lebensphasen. Der letzte Teil beinhaltet die erforderlichen **Anhänge** (z. B. Literaturverzeichnis oder Rechenbeispiele).

In den nachfolgenden Kapiteln wird die in Abbildung 38 dargestellte Struktur der QM-Leitfäden näher erläutert und darauf basierend ein Muster-QM-Leitfaden entworfen, der in der Anlage 8 zu finden ist.

#### 7.4.1 Struktur - Grundlagen

Im Rahmen des ersten Teils werden zunächst die Grundlagen des Qualitätsmanagements kurz aufgezeigt. Dazu werden eine kurze Definition des Qualitätsmanagements nach DIN EN ISO 9000:2015-11 gegeben und der Nutzen eines umfassenden Qualitätsmanagements gemäß der vorliegenden Arbeit kurz beschrieben. Zudem werden das **Leitbild** und die **strategischen Ziele** für das zu betrachtende Modul des Straßen- und Verkehrswesens kurz umrissen und ein **Verweis auf die entsprechenden Regelwerke und/oder Wissensdokumente** gegeben, da diese Bestandteil des Technischen Regelwerks sind. Abschließend wird der Aufbau des jeweiligen Leitfadens des Qualitätsmanagements (QM-Leitfaden) beschrieben, wobei auch auf die inhaltliche Abgrenzung zum Technischen Regelwerk gemäß Kapitel 7.2.2 eingegangen wird.

Grundsätzlich soll der Grundlagenteil für jeden QM-Leitfaden identisch sein. Lediglich die Formulierungen zu dem Leitbild und den strategischen Zielen sollen für das jeweilige Modul individuell angepasst werden.

#### 7.4.2 Struktur - Qualitätsmanagement in den Lebensphasen

In Anlehnung an die Inhalte eines umfassenden Qualitätsmanagements (vgl. Kapitel 3.4) und deren Abgrenzung von dem Technischen Regelwerk (vgl. Kapitel 7.2) sind innerhalb dieses Teils der Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) die einzelnen Bestandteile für die zu betrachtenden Grundmodule des Straßen- und Verkehrswesens konkret auszuarbeiten.

Das Leitbild und die strategischen Ziele des jeweiligen Moduls wurden bereits im Grundlagenteil berücksichtigt und müssen daher in diesem Teil nicht vertieft werden. Darüber hinaus sind konkrete

Formulierungen zu den **operativen Zielen** und den **Qualitätsmerkmalen** nur in den QM-Leitfäden eines Moduls aufzunehmen, wenn keine direkten Aussagen zu diesen Bestandteilen in den entsprechenden Regelwerken oder Wissensdokumenten gefunden werden können. Sollten diese bereits im Technischen Regelwerk angesprochen sein, ist in dem jeweiligen QM-Leitfaden ein Verweis auf das Regelwerk oder Wissensdokument aufzunehmen. Die **Prozesse**, die der Planung, der Realisierung, des Betriebs und der Umnutzung/des Rückbaus dienen, entsprechen nach Abbildung 37 den Technischen Regeln und sind daher dem Technischen Regelwerk zuzuordnen. In dem QM-Leitfaden wird lediglich ein Verweis auf das zugehörige Regelwerk oder Wissensdokument gegeben.

Auf der Basis der inhaltlichen Abgrenzung sollen die im Rahmen dieses Teils der QM-Leitfäden die in Tabelle 20 aufgeführten Bestandteile ausformuliert werden.

Tabelle 20: Inhaltspunkte der QM-Leitfäden

| Element des Qualitätsmanagements | Bestandteile  |
|----------------------------------|---|
| <b>Qualitätsplanung</b>          | Definition eines <b>Leitbilds</b>                                 |
|                                  | Formulierung von <b>strategischen Zielen</b>                      |
|                                  | Formulierung von <b>operativen Zielen</b>                         |
|                                  | Ermittlung von <b>Kundenanforderungen</b>                         |
|                                  | Festlegung von <b>Qualitätsmerkmalen</b>                          |
|                                  | Definition von <b>Aufgaben und Kompetenzen</b>                    |
|                                  | Beschreibung von <b>Prozessen</b>                                 |
|                                  | Festlegung eines <b>Kommunikations- und Koordinationskonzepts</b> |
| <b>Qualitätslenkung</b>          | Bereitstellung von <b>Ressourcen</b>                              |
|                                  | <b>Qualifizierung</b> von Personal                                |
|                                  | Ergreifung von <b>Vorbeugungsmaßnahmen</b>                        |
|                                  | Ergreifung von <b>Überwachungsmaßnahmen</b>                       |
|                                  | Ergreifung von <b>Korrekturmaßnahmen</b>                          |
| <b>Qualitätssicherung</b>        | Erstellung einer <b>Dokumentation</b>                             |
|                                  | Durchführung von <b>Audits</b>                                    |
|                                  | Aufbau eines <b>Ideen- und Beschwerdemanagements</b>              |
| <b>Qualitätsverbesserung</b>     | Ergreifung von <b>Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung</b>         |
|                                  | <b>Weiterentwicklung</b> des Qualitätsmanagements                 |

Die oben aufgeführten Bestandteile werden für die einzelnen Lebensphasen im Straßen- und Verkehrswesen ausgearbeitet, die entsprechend der jeweiligen Produkte und Dienstleistungen (Module) zu berücksichtigen sind. Folglich könnte ein QM-Leitfaden einzelne aber auch mehrere Grundmodule des Straßen- und Verkehrswesens umfassen. So könnte bspw. ein QM-Leitfaden für die Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung die in Kapitel 6.4.3 aufgeführten Grundmodule beinhalten.

---

### 7.4.3 Struktur - Anhang

Den Abschluss der einzelnen Leitfäden des Qualitätsmanagements stellt der Anhang dar, der neben dem Literaturverzeichnis u. a. auch Berechnungsbeispiele, Checklisten und weitergehende Beschreibungen von Vorbeugungs-, Überwachungs- oder Korrekturmaßnahmen enthält.

## 7.5 Anwendung am Beispiel der Grundmodule Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung

Der in Kapitel 7.4 entwickelte Musterleitfaden des Qualitätsmanagements (Muster-QM-Leitfaden) sollte zur Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements für jedes Modul des Straßen- und Verkehrswesens ausgearbeitet werden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird dieser Muster-QM-Leitfaden exemplarisch für die Grundmodule „Lichtsignalanlage Betrieb“ und „Lichtsignalsteuerung Betrieb“ durchgeführt.

Zur Ausgestaltung des entsprechenden Teils des QM-Leitfadens für die Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung werden die erforderlichen fachlichen Informationen in erster Linie aus dem **Technischen Regelwerk der FGSV** entnommen. Um die entsprechenden Textbausteine den einzelnen Kapiteln des QM-Leitfadens zuordnen zu können, kann die Anlage 4.2 herangezogen werden, welche die Auswertung des Technischen Regelwerks hinsichtlich qualitätsrelevanter Aussagen für die Produkte Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung beinhaltet. Die einzelnen Textbausteine werden in dem QM-Leitfaden zum Teil wortwörtlich übernommen und mit einem entsprechenden Quellenverweis versehen. Sind dagegen komplette Kapitel oder gar Regelwerke, wie bspw. FGSV (2015A), zu übernehmen, wird ggf. auf eine Übernahme in den QM-Leitfaden verzichtet und lediglich darauf verwiesen. Mögliche textliche Anpassungen werden nur vorgenommen, wenn Textbausteine aus unterschiedlichen Regelwerken und/oder Wissensdokumenten entnommen und diese zur Erleichterung des Leseflusses zu einem Text zusammengefügt werden sollen.

Darüber hinaus werden an geeigneten Stellen im QM-Leitfaden auf weitergehende **DIN-Normen** verwiesen. Konkrete Textbausteine können jedoch nicht in die jeweiligen Kapitel aufgenommen werden, da die einzelnen DIN-Normen zum Zeitpunkt der Anfertigung der vorliegenden Arbeit nicht vorlagen.

Weiterhin werden zu Kapiteln, die nicht auf Basis des Technischen Regelwerks ausformuliert werden können, **Ergebnisse aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten** zu dem jeweiligen Themenfeld berücksichtigt, ggf. textlich eingebunden und es wird darauf verwiesen. Zur Schließung dieser Lücken werden zudem im Rahmen dieser Arbeit eigene Formulierungen verwendet, welche vor der Veröffentlichung des QM-Leitfadens mit der entsprechenden Fachkompetenz und der langjährigen Erfahrung der zuständigen FGSV-Gremien geprüft und abstimmt werden sollten.

Der so entstandene QM-Leitfaden für die Produkte Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung ist in der Anlage 9 zu finden. Dabei ist anzumerken, dass in den berücksichtigten Regelwerken und Wissensdokumenten der Begriff bzw. das Produkt Lichtsignalanlage in der Mehrzahl verwendet wird. Um die Textbausteine aus dem Technischen Regelwerk und die eigenen Formulierungen zu harmonisieren, wird daher im QM-Leitfaden ebenfalls die Mehrzahl Lichtsignalanlagen verwendet.

### 7.5.1 Struktur - Grundlagen

Die ersten Kapitel des Teils „Grundlagen“ sind aus dem Muster-QM-Leitfaden gemäß der Anlage 8 übernommen worden. Lediglich das **Leitbild** und die **strategischen Ziele** sind für das Modul

---

Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung kurz umrissen und auf die entsprechenden Regelwerke und/oder Wissensdokumente ist verwiesen worden. Abschließend wird der Aufbau des QM-Leitfadens für die Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung beschrieben, wobei auch auf die **inhaltliche Abgrenzung zu den Regelwerken und Wissensdokumenten** der FGSV eingegangen wird (vgl. Kapitel 7.2.2), die sich mit der Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung befassen.

### 7.5.2 Struktur - Qualitätsmanagement in den Lebensphasen

Im Rahmen dieses Teils des Leitfadens des Qualitätsmanagements (QM-Leitfaden) für die Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung werden die einzelnen Inhalte des Muster-QM-Leitfadens für die Module Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung konkret ausgearbeitet. Dazu werden entsprechend der Auswertung in der Anlage 4.2 Textbausteine aus den jeweiligen Regelwerken und Wissensdokumenten der FGSV verwendet.

Gemäß Kapitel 4.2.3 werden im Technischen Regelwerk der FGSV **alle Lebensphasen** für die Produkte Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung angesprochen. Daher sollte dieser Teil des QM-Leitfadens grundsätzlich für jede dieser Lebensphasen getrennt ausgestaltet werden, wobei für die Lebensphase Rahmen- und Detailplanung vereinfacht der Begriff Planung sowie für die Lebensphase Bauvorbereitung und -durchführung der Begriff Realisierung verwendet werden kann.

Zur Veranschaulichung der vorgeschlagenen Vorgehensweise wird im Zuge dieser Arbeit als Beispiel lediglich die Ausgestaltung des Qualitätsmanagements für die Grundmodule „Lichtsignalanlage Betrieb“ und „Lichtsignalsteuerung Betrieb“ gewählt. Die weiteren Lebensphasen können diesem Beispiel entsprechend ausgestaltet werden und dem erarbeiteten QM-Leitfaden zum Betrieb der Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung hinzugefügt werden.

### 7.5.3 Struktur - Anhang

Den Abschluss des QM-Leitfadens für die Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung stellt der Anhang dar, welcher neben dem Literaturverzeichnis auch weitergehende Beschreibungen von Vorbeugungs-, Überwachungs- oder Korrekturmaßnahmen enthält.

## 7.6 Fazit

Im Rahmen dieses Kapitels wurde ein Musterleitfaden des Qualitätsmanagements (Muster-QM-Leitfaden) entwickelt, der eine Vorlage für die konkrete Ausgestaltung des Qualitätsmanagements für die einzelnen Module des Straßen- und Verkehrswesen darstellt. Die somit entstehenden Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) stellen eine Ergänzung zu dem bestehenden Technischen Regelwerk der FGSV dar.

Dazu wurde zunächst der Inhalt der QM-Leitfäden von dem des bestehenden Technischen Regelwerks abgrenzt und mit dem des Qualitätsmanagement-Handbuchs nach DIN EN ISO 9000:2015-11 und DIN EN ISO 9001:2015-11 verglichen. Darauf basierend wurde ein Muster-QM-Leitfaden entworfen, der die herausgearbeiteten inhaltlichen Bestandteile aufgreift. Diese Vorlage wurde schließlich für das Qualitätsmanagement der Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung innerhalb der Betriebsphase konkret angewendet.

Die exemplarische Ausarbeitung für die Grundmodule „Lichtsignalanlage Betrieb“ und „Lichtsignalsteuerung Betrieb“ zeigt, dass der im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Muster-QM-Leitfaden grundsätzlich anwendbar ist.

---

Es wird empfohlen, dass dieser Muster-QM-Leitfaden unter Nutzung der Kapazitäten der FGSV an einigen weiteren Modulen unterschiedlicher Art getestet und ggf. weiter entwickelt wird.

Die so abgestimmte Vorgehensweise kann dann schließlich auf alle weiteren Module des Straßen- und Verkehrswesens übertragen werden. Um die einzelnen Textbausteine den jeweiligen Kapiteln der QM-Leitfäden zuordnen und damit einfügen zu können, kann die Auswertung nach BOLTZE ET AL. (2014A) herangezogen werden. Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass diese Auswertung um die noch fehlenden Regelwerke und Wissensdokumente der FGSV zu erweitern ist.

Zur Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen ist dieser Muster-QM-Leitfaden für alle Module im Straßen- und Verkehrswesen als QM-Leitfäden auszuformulieren und zu veröffentlichen. Weitere Empfehlungen zur Umsetzung des Qualitätsmanagements und somit auch der QM-Leitfäden werden im nachfolgenden Kapitel gegeben.



---

## **8 Empfehlungen zur Umsetzung des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen**

---

### **8.1 Einführung**

Um ein einheitliches Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen zu ermöglichen, wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein Musterleitfaden entwickelt, welcher auf die praktische Umsetzung des Qualitätsmanagements ausgerichtet ist.

Nach der Entwicklung dieses Musterleitfadens des Qualitätsmanagements (Muster-QM-Leitfaden) und damit den Rahmen eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen sind allerdings zur Umsetzung in die Praxis noch weitere Schritte bzw. Maßnahmen erforderlich. Diese Schritte werden im Folgenden in Form von allgemeinen Empfehlungen zur Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements und Empfehlungen zur Umsetzung des Muster-QM-Leitfadens beschrieben.

### **8.2 Allgemeine Empfehlungen**

#### **8.2.1 Voraussetzungen zur Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements**

##### *E1 Förderung des Qualitätsmanagements durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur*

Die Initialisierung, Förderung und Koordination eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen ist, wie auch in WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT (2013) empfohlen, im Aufgabenbereich des BMVI zu sehen. Mit seinem Führungsverhalten und Handeln im Bereich des Straßen- und Verkehrswesens sollte das BMVI eine geeignete Umgebung schaffen, in der das Qualitätsmanagement wirksam betrieben werden kann.

##### *E2 Bereitstellung von Ressourcen zur Umsetzung des Qualitätsmanagements*

Ein umfassendes Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen erfordert mitunter einen hohen Planungs-, Realisierungs- und auch Betriebsaufwand. Dennoch erscheint dessen Umsetzung zur langfristigen Sicherung der Funktionsfähigkeit und einer hohen Qualität der Verkehrsnetze als notwendig. Aus diesem Grund besteht die Notwendigkeit einer ausreichenden Bereitstellung von Ressourcen in Form von Personal, Sachmittel und Finanzmittel, um ein umfassendes Qualitätsmanagement umsetzen zu können.

##### *E3 Schaffung von Anreizen zur Umsetzung des Qualitätsmanagements*

Die Entwicklung, Umsetzung und Sicherstellung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen ist von Seiten des BMVI mittels geeigneter Instrumente zu fördern. So können bspw. durch finanzielle Zuwendungen oder Bonus-Malus-Regelungen für Bundesländer oder Kommunen Anreize geschaffen werden, das Qualitätsmanagement umzusetzen und aufrechtzuerhalten.

##### *E4 Schaffung einer Qualitätskultur*

Die Entwicklung und Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen reichen allein nicht aus, um die Funktionsfähigkeit und die hohe Qualität des Verkehrssystems dauerhaft sicherzustellen. Das Qualitätsmanagement muss auch von den einzelnen Akteuren gelebt und damit auch bei der Ausführung ihrer Tätigkeiten verinnerlicht werden. Ausgangspunkt hierfür stellen bereits die Lehrinhalte in der Ausbildung bzw. im Studium dar, in die qualitätsorientiertes Denken und Handeln eingebunden werden sollte. Darüber hinaus ist die

---

Bewusstseinsbildung für Qualität innerhalb der Bundesländer und Kommunen bspw. durch entsprechende Fortbildungen der Mitarbeiter zu stärken und zu festigen.

## **8.2.2 Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements**

### *E5 Zusammenführung der vorhandenen Qualitätsmanagementansätze zu einem systematischen Ansatz*

Das Qualitätsmanagement erhält zunehmend Einzug in das Straßen- und Verkehrswesen in Deutschland. Dies zeigt zum einen die Auswertung des inhaltlich sehr umfassenden Technischen Regelwerks der FGSV, das bereits zahlreiche qualitätsrelevante Aussagen beinhaltet. Zum anderen existieren ebenfalls einige Ansätze des Qualitätsmanagements in der Praxis. Als ein positives Beispiel kann an dieser Stelle die Verkehrssicherheitsarbeit genannt werden. Doch durch die weitgehend isolierten Qualitätsmanagementanwendungen in den einzelnen Bereichen können bisher keine Synergien zwischen den Ansätzen berücksichtigt werden. Um dies zu ermöglichen, bedarf es eines umfassenden und systematischen Ansatzes zum Qualitätsmanagement, in dessen Entwicklung die bereits vorhandenen Ansätze in den einzelnen Bereichen zu integrieren sind.

### *E6 Abgrenzung von übergeordneten Modulen des Straßen- und Verkehrswesens*

Die übergeordneten Module ermöglichen eine übergeordnete Sicht auf die Qualität des Verkehrssystems, welche die Grundmodule nicht mehr gewährleisten. Doch die Komplexität des Straßen- und Verkehrswesens spiegelt sich dabei in den vielfältigen Möglichkeiten zur Bildung dieser Module wider, weshalb die übergeordneten Module bedarfsorientiert entwickelt und abgegrenzt werden sollten. Eine Auswahl könnte basierend auf vorhandenen Berichten (z. B. Luftreinhalte- und Lärminderungspläne) oder auf Expertenbefragungen getroffen werden.

### *E7 Einführung eines Nationalen Qualitätsberichts Straße*

Zur Qualitätsüberwachung des Verkehrssystems sollte gemäß WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT (2013) ein Nationaler Qualitätsbericht Straße eingeführt werden. Dieser Qualitätsbericht sollte Kennzahlen zur Qualität des Verkehrssystems beinhalten und soll die zum Teil bereits vorhandenen Informationen zur Verkehrssicherheit, zum Verkehrsablauf, zur Umweltverträglichkeit und zur Wirtschaftlichkeit an deutschen Straßen zusammentragen. In einem noch festzulegenden Turnus sollte der Qualitätsbericht erarbeitet und darauf basierend Empfehlungen für die Politik und die Aufgabenträger abgeleitet werden.

### *E8 Umsetzung der vorgeschlagenen Dokumentationsstruktur*

Die praktische Umsetzung des umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen ist durch Leitfäden zu unterstützen. Dazu wird eine dreistufige Dokumentationsstruktur empfohlen, die in dieser Arbeit aufgegriffen wurde. Diese Struktur umfasst zunächst die Aufstellung eines übergeordneten Rahmendokuments, das neben einem einheitlichen Rahmen für das Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen auch Vorgaben für Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) beinhaltet. Diese QM-Leitfäden sollten von den FGSV-Gremien für die einzelnen Module erarbeitet (vgl. Empfehlung LF11) sowie von den jeweiligen Aufgabenträgern auf ihre spezifischen Gegebenheiten übertragen und somit aufgabenträger-spezifische QM-Leitfäden entwickelt werden.

### *E9 Einrichtung von Modulrunden*

Zur Unterstützung bei der Einführung der QM-Leitfäden und zu dessen Qualitätsüberwachung wird die Initialisierung einer sogenannten Modulrunde im Straßen- und Verkehrswesen angeregt. Diese Modulrunde setzt sich aus denjenigen zusammen, welche sich im Rahmen ihrer Tätigkeit für die FGSV mit dem gleichen Modul beschäftigen, und ist für die Aufstellung und Überarbeitung der entsprechenden QM-Leitfäden verantwortlich.

---

### *E10 Einrichtung eines Qualitätszirkels*

Um die Qualität des Verkehrssystems zu verbessern und das BMVI bei der Koordination zu unterstützen, wird bereits in WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT (2013) das Instrument des Qualitätszirkels vorgeschlagen. Dieses aus Japan stammende Konzept dient der Analyse des Aufgabenbereichs und dem Erfahrungsaustausch von Kleingruppen innerhalb einer Organisation (BRÜGGEMANN & BREMER, 2012; KAMISKE & BRAUER, 2012). Im Bereich des Straßen- und Verkehrswesens könnte im Rahmen eines Qualitätszirkels ein Austausch zwischen verschiedenen Institutionen, wie z. B. Ministerien, Verwaltungen, Verkehrsverbänden, zu Qualitätsdefiziten und möglichen Lösungen stattfinden (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT, 2013).

## **8.3 Empfehlungen zur Einführung der Leitfäden des Qualitätsmanagements**

### **8.3.1 Allgemeine Empfehlungen**

#### *LF1 Weitere Erprobung und Weiterentwicklung des Muster-QM-Leitfadens*

Der im Rahmen der vorliegenden Arbeit entworfene Musterleitfaden des Qualitätsmanagements (Muster-QM-Leitfaden) ist ein erster Ansatz für ein einheitliches Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen. Dieser Muster-QM-Leitfaden enthält neben festen Textbausteinen auch Passagen bzw. Kapitel, die entsprechend dem jeweiligen Produkt bzw. der jeweiligen Dienstleistung anzupassen sind. Dazu sind im Muster-QM-Leitfaden Arbeitsschritte definiert, welche konkrete Anweisungen und zusätzliche Ausfüllhinweise darstellen. Um die Verständlichkeit und Handhabbarkeit dieser Formulierungen zu überprüfen und ggf. zu verbessern, ist der entwickelte Muster-QM-Leitfaden über das hier dargestellte Beispiel (QM-Leitfaden für die Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung) hinaus für weitere Module des Straßen- und Verkehrswesens auszugestalten. Die dabei gesammelten Erfahrungen sollten bei der Weiterentwicklung des Muster-QM-Leitfadens genutzt werden.

#### *LF2 Überprüfung und Weiterentwicklung des QM-Leitfadens für die Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung*

Der entwickelte Muster-QM-Leitfaden wurde im Zuge dieser Arbeit am Beispiel der Grundmodule „Lichtsignalanlage Betrieb“ und „Lichtsignalsteuerung Betrieb“ ausgearbeitet, um die Anwendbarkeit des Muster-QM-Leitfadens zu prüfen. Dabei wurden in erster Linie die fachlichen Informationen dem bestehenden Technischen Regelwerk der FGSV entnommen. Für Kapitel, welche nicht anhand des Technischen Regelwerks ausgestaltet werden können, werden entsprechende Ergebnisse aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten berücksichtigt, ggf. textlich eingebunden und es wird darauf verwiesen. Der so entworfene QM-Leitfaden für den Betrieb von Lichtsignalanlagen ist dennoch als Anschauungsbeispiel zu sehen und stellt einen nicht mit den zuständigen FGSV-Gremien abgestimmten Entwurf dar. Dieser ist mit der Expertise der zuständigen FGSV-Gremien sorgfältig zu prüfen und ggf. zu überarbeiten. Zudem sind die weiteren Lebensphasen dementsprechend auszugestalten und der QM-Leitfaden zu erweitern.

#### *LF3 Vorstellung und Abstimmung des Muster-QM-Leitfadens FGSV-intern*

Die K1-Kommission „Qualitätsmanagement“ hat zum Ziel, einerseits den Qualitätsgedanken innerhalb der FGSV umzusetzen und andererseits die Einführung des Qualitätsmanagements in der Praxis über die einzelnen Gremien zu fördern. Folglich sollte der entwickelte Muster-QM-Leitfaden zunächst in der K1-Kommission vorgestellt und entsprechende Anregungen in den Muster-QM-Leitfaden eingearbeitet werden. Anschließend ist dieser abgestimmte Muster-QM-Leitfaden und der Nutzen, den dessen Umsetzung mit sich bringt, in den Koordinierungs- und Lenkungsausschüssen sowie in den Sitzungen der einzelnen Gremien der FGSV vorzustellen.

---

#### *LF4 Vorstellung des Muster-QM-Leitfadens*

Vor der konkreten Umsetzung des mit der K1-Kommission abgestimmten Muster-QM-Leitfadens sollte dieser auf Konferenzen bzw. Kongressen und in den Fachzeitschriften im Straßen- und Verkehrswesen der Öffentlichkeit vorgestellt werden.

#### *LF5 Ermittlung von funktionalen Abhängigkeiten zwischen Modulen*

Die QM-Leitfäden sind für die einzelnen Grundmodule des Straßen- und Verkehrswesens konkret ausarbeiten. Die Abgrenzung der Grundmodule erfolgte im Rahmen dieser Arbeit in erster Linie auf der Basis der Lebensphasen, wobei dennoch die funktionalen Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Grundmodulen zu beachten sind. So besteht bspw. eine funktionale Abhängigkeit zwischen der Lichtsignalanlage und deren Lichtsteuerung, die während deren Lebenszyklus von den zuständigen Aufgabenträgern als eine Einheit betrachtet werden. Die Ermittlung dieser Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Grundmodulen sollte auf der Grundlage der Fachkompetenz und der langjährigen Erfahrungen der einzelnen FGSV-Gremien vorgenommen und dementsprechend ein gemeinsames Modul entwickelt werden. Mittels dieser Kombination könnte die Vielfältigkeit der QM-Leitfäden reduziert und die Verständlichkeit gefördert werden.

#### *LF6 Entwicklung einer Rahmenarchitektur des Qualitätsmanagements*

Die funktionalen Abhängigkeiten und die verschiedenen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Grundmodulen sollten in einer Rahmenarchitektur für das Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen strukturiert dargestellt werden. Daneben sollten alle im Verkehr auftretenden Verkehrsmittel, Akteure und Oberziele des Verkehrs sowie auch bereits bestehende Organisationsstrukturen und Prozesse integriert in dieser Rahmenarchitektur abgebildet werden, welche schließlich zusammen mit Vorgaben zur Erstellung der QM-Leitfäden in einem übergeordneten Rahmendokument veröffentlicht werden sollte.

### **8.3.2 Empfehlungen zur Umsetzung der Leitfäden des Qualitätsmanagements**

#### *LF7 Erweiterung der Systematik des Technischen Regelwerks*

Die Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) sollen das bestehende Technische Regelwerk der FGSV nicht ersetzen, sondern stellen eine Ergänzung dar. Um dies zu verdeutlichen, wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit eine Erweiterung der bestehenden Systematik des Technischen Regelwerks vorgeschlagen. So werden zu den bereits vorhandenen Kategorien Regelwerke (R) und Wissensdokumenten (W) die QM-Leitfäden (Q) für die einzelnen Module des Straßen- und Verkehrswesens hinzugefügt.

#### *LF8 Abgrenzung der Inhalte des Technischen Regelwerks und der QM-Leitfäden*

Um mögliche inhaltliche Überschneidungen bzw. Dopplungen im Technischen Regelwerk der FGSV und in den QM-Leitfäden zu vermeiden, wurden die Inhalte eindeutig voneinander abgegrenzt. Basierend auf dieser inhaltlichen Abgrenzung und der erweiterten Systematik des Technischen Regelwerks können einerseits einzelne Kapitel eines bestehenden Regelwerks oder Wissensdokuments einem QM-Leitfaden zugeordnet werden (z. B. Kapitel 8 „Qualitätsmanagement“ der Richtlinien für Lichtsignalanlagen). Andererseits können ganze Regelwerke oder Wissensdokumente als ein QM-Leitfaden für ein bestimmtes Modul (z. B. Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen) oder als Technisches Regelwerk (z. B. Merkblatt für den Bau griffiger Asphaltdeckschichten) angesehen werden. Bei Umsetzung der Erweiterung der Systematik des Technischen Regelwerks sollten die Kategorien (R, W und Q) entsprechend der vorgeschlagenen inhaltlichen Abgrenzung angepasst werden und bei der Erstellung von neuen Regelwerken oder Wissensdokumenten sollte in Zukunft auf eine klare Differenzierung der Inhalte geachtet werden.

---

### *LF9 Grundlagen zur Erstellung von QM-Leitfäden*

Für die Erstellung eines neuen Regelwerks oder Wissensdokuments werden von Seiten der FGSV Unterlagen zur Verfügung gestellt, die Vorgaben zu deren Bezeichnung, Gestaltung sowie Herausgabe und Vorgaben zur Zusammenfassung von mehreren Regelwerken und/oder Wissensdokumenten beinhalten (vgl. FGSV, 2011A). Dieses Dokument ist um die erweiterte Systematik des Technischen Regelwerks und um die Grundlagen zur Erstellung von QM-Leitfäden zu ergänzen. Nach diesen Unterlagen soll im Einvernehmen aller Beteiligten einheitlich verfahren werden.

### *LF10 Durchführung von Schulungen*

Erfahrungen haben gezeigt, dass denjenigen, die bisher wenig mit Qualitätsmanagement in Berührung kamen, u. a. der Umgang mit dessen Begriffsbezeichnungen schwer fällt. Daher wird zur Umsetzung der QM-Leitfäden das Angebot von freiwilligen Schulungen empfohlen, welche den Mitarbeitern der FGSV-Gremien den Zugang zum Qualitätsmanagement und dessen Anwendung im Straßen- und Verkehrswesen erleichtern sollen. Dazu sollte ein Schulungskonzept erarbeitet werden, das neben den Begriffsbezeichnungen ebenfalls die inhaltliche Abgrenzung zwischen dem Technischen Regelwerk und der QM-Leitfäden aufgreift. Zudem sollte anhand eines Beispiels die konkrete Ausgestaltung des in dieser Arbeit entworfenen Muster-QM-Leitfadens verdeutlicht werden.

### *LF11 Ausgestaltung des Muster- QM-Leitfadens für alle Module*

Zur Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen ist der Muster-QM-Leitfaden für alle Module im Straßen- und Verkehrswesen als QM-Leitfäden durch die zuständigen FGSV-Gremien auszuformulieren und zu veröffentlichen. Aus Aufwandsgründen sollte dies jedoch zunächst schrittweise und bedarfsorientiert geschehen. Bei den Grundmodulen sollten zuerst diejenigen realisiert werden, die den geringsten Aufwand verursachen oder wo bereits Mängel festgestellt worden sind. Zur Ausgestaltung sollten in erster Linie die erforderlichen fachlichen Informationen aus dem bestehenden Technischen Regelwerk der FGSV entnommen werden. Zur Zuordnung der einzelnen Textabschnitte oder Kapitel zu den einzelnen Bestandteilen des Qualitätsmanagements kann die Auswertung nach BOLTZE ET AL. (2014A) herangezogen werden. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese Auswertung um die noch fehlenden Regelwerke und Wissensdokumente der FGSV zu erweitern ist. Als weitere Quellen können weitergehende DIN-Normen und entsprechende Ergebnisse aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten genannt werden.

### *LF12 Anwendung der QM-Leitfäden durch Aufgabenträger*

Nach der Erstellung und Herausgabe der (fachspezifischen) QM-Leitfäden werden diese schließlich durch die Aufgabenträger auf ihre Gegebenheiten bspw. hinsichtlich der verfügbaren Finanzmittel und der technischen Infrastruktur übertragen. Die entstandenen aufgabenträgerspezifischen QM-Leitfäden stellen dabei eine konkrete Arbeitshilfe bzw. Arbeitsanweisung für die Aufgabenträger dar, wie in der jeweiligen Lebensphase die Qualität der entsprechenden Module gemessen, beurteilt und sichergestellt werden kann. Gemäß eines von dem BMVI vorgegebenen Turnus kann schließlich die Qualität eines Moduls im Straßen- und Verkehrswesen von den einzelnen Aufgabenträgern ermittelt, dokumentiert, veröffentlicht und mit den Ergebnissen der anderen Aufgabenträger verglichen werden.

---

## 9 Fazit und Ausblick

---

### 9.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

#### *Zusammenfassung*

Eine hohe Verkehrsqualität ist ein wichtiger **Standortfaktor**, der die Attraktivität einer Region für Unternehmen, Bewohner und Besucher maßgeblich beeinflusst. Die Verkehrsqualität wird neben ökonomischen Aspekten auch von **ökologischen und sozialen Belangen** geprägt. Verkehrsunfälle, Störungen im Verkehrsablauf, schlechte bauliche Zustände der Verkehrsanlagen und eine zunehmende Verkehrsbelastung können sie erheblich verschlechtern, wenn diesen Beeinträchtigungen nicht frühzeitig mit gezielten Maßnahmen entgegengewirkt wird. Zudem wird das Straßen- und Verkehrswesen durch strengere Vorgaben im Umweltschutz vor neue Herausforderungen gestellt. Sind Maßnahmen zur Luftreinhaltung und Lärminderung erforderlich, so könnten diese die Verkehrsqualität beeinflussen und unter Umständen sogar zu einem Zielkonflikt mit der Erreichbarkeit der Städte führen. Da trotz der wachsenden Herausforderungen nur ein begrenztes Budget für Ausbau, Instandhaltung und Betrieb der Verkehrsnetze zur Verfügung steht, müssen die **finanziellen Mittel** für diesen Bereich besonders effizient und zielgerichtet eingesetzt werden. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, erscheint die Einführung eines **systematischen und umfassenden Qualitätsmanagements** im Straßen- und Verkehrswesen sinnvoll.

Während ein umfassendes Qualitätsmanagement in anderen Bereichen (z. B. privaten Wirtschaft) bereits Anwendung findet, fanden Ansätze zum Qualitätsmanagement erst recht spät Einzug in das Straßen- und Verkehrswesen. So existieren für den Straßenverkehr, der traditionell nicht durch eine marktwirtschaftlich beeinflusste **Kunden-Lieferanten-Beziehung** geprägt ist, zwar schon vereinzelte Konzepte zur Qualitätssicherung (z. B. im Bereich der Verkehrssicherheit und der Bauausführung). Ein vollständiges, übergeordnetes Konzept für ein Qualitätsmanagement für diesen Bereich existiert dagegen noch nicht.

Allerdings wird es erst mit einem umfassenden Qualitätsmanagement für das Straßen- und Verkehrswesen möglich sein, die **Angebotsqualität** der Straßeninfrastruktur hinsichtlich Verkehrssicherheit, Umweltverträglichkeit und Leistungsfähigkeit zu steuern und dabei einen **effizienten Mitteleinsatz** zu gewährleisten. Die Umsetzung eines solchen Qualitätsmanagements sollte dabei durch **Leitfäden** unterstützt werden. (BOLTZE ET AL., 2014A; BOLTZE ET AL., 2014B) Während das Technische Regelwerk bereits alle fachlichen Informationen bereitstellt, sollten die Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) auf die Umsetzung des Qualitätsmanagements in der Praxis ausgerichtet werden.

Ziel der vorliegenden Arbeit war daher die Entwicklung eines **Musterleitfadens des Qualitätsmanagements** (Muster-QM-Leitfaden), der als Grundlage für die weitere Ausgestaltung und Ausformulierung des Qualitätsmanagements für die Produkte und Dienstleistungen über alle Lebensphasen im Straßen- und Verkehrswesen dient. Dazu wurden zunächst die **Grundlagen** des Qualitätsmanagements erläutert und auf das Straßen- und Verkehrswesen übertragen, welches im Sinne der FGSV begrifflich abgegrenzt wurde.

Im nächsten Schritt wurde der derzeitige **Entwicklungsstand** des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen allgemein sowie für Lichtsignalanlagen in Deutschland und in ausgewählten Ländern dargestellt. Die Analyse zeigte, dass neben dem Technischen Regelwerk ebenfalls in der Praxis einige Ansätze des Qualitätsmanagements zu finden sind. Demnach bestand bereits eine gute Grundlage hinsichtlich des Qualitätsmanagements in der Theorie und Praxis, die es aufzugreifen galt, um ein umfassendes Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen schrittweise zu entwickeln und umzusetzen. Die dazu erforderlichen **Schritte** wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit benannt und näher erläutert.

---

Anschließend wurde das komplexe Straßen- und Verkehrswesen in eigenständige und **kombinierbare Bausteine** (Module) unterteilt, wozu die grundlegenden Begriffe der Modularisierung beschrieben und die Kriterien zur Abgrenzung der einzelnen Modultypen definiert wurden. Im nächsten Schritt wurden die Grundmodule des Straßen- und Verkehrswesens auf Basis der Einordnung des Technischen Regelwerks der FGSV in den Qualitätsmanagementprozess abgegrenzt. Zur Umsetzung der einzelnen Grundmodule in die Praxis wurde ein **Muster-QM-Leitfaden** entwickelt, welcher ein einheitliches Qualitätsmanagement für jedes Modul in Form von QM-Leitfäden ermöglicht. Der Inhalt solcher QM-Leitfäden wurde von dem des vorhandenen Technischen Regelwerks der FGSV abgegrenzt und mit dem des Qualitätsmanagement-Handbuchs nach DIN EN ISO 9001:2015-11 verglichen, da die QM-Leitfäden lediglich eine Ergänzung zum Technischen Regelwerk darstellen. Anschließend wurden **Empfehlungen** zur Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements und zur Umsetzung des Muster-QM-Leitfadens bzw. der QM-Leitfäden im Straßen- und Verkehrswesen formuliert.

### *Ergebnisse*

Auf der Grundlage der Inhalte der einzelnen Kapitel dieser Arbeit werden nachfolgend die in Kapitel 1.2 aufgestellten Forschungsfragen beantwortet und damit die wesentlichen Ergebnisse zusammengefasst:

- Können die Grundlagen des Qualitätsmanagements nach DIN EN ISO 9000:2015-11 auf das Straßen- und Verkehrswesen übertragen werden?

Der Anwendungsbereich des Qualitätsmanagements gemäß **DIN EN ISO 9000:2015-11** berücksichtigt alle Organisationen unabhängig von ihrer Größe, ihrer Art oder ihren bereitgestellten Produkten und Dienstleistungen, die durch die Umsetzung eines Qualitätsmanagementsystems die Qualität ihrer Produkte und Dienstleistungen sicherstellen möchten. Nach DIN EN ISO 9000:2015-11 wird dabei als **Organisation** eine „Person oder Personengruppe, die eigene Funktionen mit Verantwortlichkeiten, Befugnissen und Beziehungen hat, um ihre Ziele zu erreichen“, verstanden, die sowohl öffentlich-rechtlich als auch privatrechtlich sein kann. Als Beispiele werden u. a. Gesellschaft, Behörde, Unternehmen und Institution benannt, die auch im Bereich des Straßen- und Verkehrswesens zu finden sind. Daher kann die **Normenreihe** samt ihrer Begriffsbezeichnungen grundsätzlich auch auf das **Straßen- und Verkehrswesen übertragen** werden. Dies schafft zugleich ein einheitliches Verständnis für die Begriffsbezeichnungen des Qualitätsmanagements im komplexen Straßen- und Verkehrswesen und bildet die Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements.

- Wie ist der aktuelle nationale sowie internationale Entwicklungsstand des Qualitätsmanagements in der Forschung und in der Praxis?

Die Auswertung des Entwicklungsstands im Rahmen der vorliegenden Arbeit zeigte, dass sowohl in Deutschland als auch im Ausland **Ansätze** des Qualitätsmanagements **zunehmend** Einzug in das Straßen- und Verkehrswesen finden. So beinhaltet das inhaltlich sehr umfassende deutsche **Technische Regelwerk** der FGSV **zahlreiche qualitätsrelevante Aussagen** und weist damit trotz teils systematischer Lücken einen **im internationalen Vergleich hohen Entwicklungsstand** auf. Auch in der Praxis sind einige Ansätze des Qualitätsmanagements, wie z. B. im Bereich der Verkehrssicherheit, zu finden. Doch durch die weitgehend **isolierten Qualitätsmanagementanwendungen** in den einzelnen Bereichen können bisher keine Synergien zwischen den Ansätzen berücksichtigt werden. Demnach besteht bereits in der Theorie und Praxis eine gute Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen.

- Wie kann das komplexe Straßen- und Verkehrswesen im Sinne der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) modularisiert werden? Welches sind die geeigneten Kriterien zur Abgrenzung?

Zur Berücksichtigung der Oberziele des Verkehrs sowie aller im Straßen- und Verkehrswesen auftretenden Produkte, Dienstleistungen, Prozesse und Lebensphasen in einem umfassenden Qualitätsmanagement ist das komplexe Gesamtsystem des Straßen- und Verkehrswesens in eigenständige und kombinierbare Bausteine (Module) zu unterteilen. Die Basis bilden dabei die **Grundmodule**, welche sich aus einzelnen untergeordneten Modulen, den Submodulen, zusammensetzen können. Die übergeordneten Module stellen eine Aggregation der Grundmodule dar. So kann ein Grundmodul auch mehreren übergeordneten Modulen zugeordnet werden. Um diese einzelnen Module im Straßen- und Verkehrswesen abgrenzen zu können, sind Kriterien festzulegen. Zur Abgrenzung von Grundmodulen wurden die **Struktur des bestehenden Technischen Regelwerks** der FGSV, die **funktionalen Abhängigkeiten** zwischen Produkten und Dienstleistungen sowie die **Lebensphasen** von einzelnen Produkten und Dienstleistungen herangezogen. Bei der Bildung von **übergeordneten Modulen** spiegelt sich die Komplexität des Straßen- und Verkehrswesens wider, daher sollten diese bedarfsorientiert entwickelt und abgegrenzt werden. Als mögliche Abgrenzungskriterien können dazu **Verkehrsmittel, Oberziele des Verkehrs, Bezugsgruppen, Zuständigkeiten, Organisationsstrukturen und räumliche Strukturen** verwendet werden.

- Wie und in welcher Form kann ein Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen umgesetzt werden?

Während das Technische Regelwerk alle fachlichen Informationen bereitstellt, sollte die Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements durch **Leitfäden des Qualitätsmanagements** (QM-Leitfäden) unterstützt werden. Mit Hilfe der QM-Leitfäden kann die Qualität jedes Moduls einheitlich ermittelt und dokumentiert werden, wodurch eine Vergleichbarkeit über das Modul hinaus ermöglicht wird. Um ein umfassendes Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen umsetzen zu können, lassen sich zwei **Handlungssäulen** ableiten. Auf der einen Seite steht die **Umsetzung im Technischen Regelwerk**. Im ersten Schritt ist es Aufgabe der normativen Ebene, übergeordnete Qualitätsmanagementanforderungen an Regelwerke und Wissensdokumente sowie ihre Pflege zu definieren. Diese werden schließlich von den FGSV-Gremien fachspezifisch ausformuliert und von den Aufgabenträgern auf ihre spezifischen Rahmenbedingungen angepasst. Auf der anderen Seite steht die **Umsetzung als QM-Leitfäden**. Zunächst ist gemeinsam mit der gewählten Modularisierung des Straßen- und Verkehrswesens ein einheitlicher Rahmen des Qualitätsmanagements der Module in Form von übergeordneten Vorgaben zur Gestaltung und zum Inhalt eines Muster-QM-Leitfadens in einem übergeordneten Rahmendokument festzuhalten, das von dem BMVI und der FGSV-Leitung bereitgestellt werden sollte. Dieser Muster-QM-Leitfaden sollte dann schließlich von den verschiedenen FGSV-Gremien und Aufgabenträgern spezifiziert werden.

- Wie sind die Inhalte des Musterleitfadens von den Inhalten des Technischen Regelwerks der FGSV abzugrenzen?

Der Muster-QM-Leitfaden und schließlich die QM-Leitfäden sollen das bestehende Technische Regelwerk nicht ersetzen, sondern dienen lediglich als **Ergänzung** des selbigen. Somit sind die Inhalte beider Dokumente eindeutig voneinander abzugrenzen, um **Dopplungen bzw. Wiederholungen** zu vermeiden und die **Verständlichkeit** der Aussagen zu verbessern. Dazu wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit eine allgemeingültige Gliederung des Technischen Regelwerks entwickelt, da von Seiten der FGSV keine Vorgaben zu den einzelnen Inhalten der Regelwerke und Wissensdokumenten getätigt werden. Diese **Generalgliederung** umfasst mögliche Inhaltspunkte des Technischen Regelwerks der FGSV,



---

die individuell angepasst werden kann und deren Reihenfolge variabel ist. Im nächsten Schritt wurden die Bestandteile bzw. **Inhalte eines umfassenden Qualitätsmanagements** im Straßen- und Verkehrswesen dem Dokument, d. h. dem Technischen Regelwerk oder den QM-Leitfäden, zugeordnet, in dem die entsprechenden Aussagen zu den jeweiligen Inhalten zweckmäßig erscheinen.

- Wie sollte ein Musterleitfaden zur Umsetzung des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen aussehen? Welche Inhalte sollte der Musterleitfaden aufweisen, um eine einheitliche Qualitätsermittlung und somit eine Vergleichbarkeit der einzelnen Module zu ermöglichen?

Entsprechend der inhaltlichen Abgrenzung zwischen dem bestehenden Technischen Regelwerk der FGSV und der QM-Leitfäden sowie zwischen dem Qualitätsmanagement-Handbuch und der QM-Leitfäden werden die einzelnen Inhalte der QM-Leitfäden im Rahmen der vorliegenden Arbeit in einem **Muster-QM-Leitfaden** zusammengestellt. Dieser Muster-QM-Leitfaden ist dabei in drei Teile untergliedert. Neben dem **Grundlagenteil** und dem **Anhang** stellt die inhaltliche **Ausgestaltung eines umfassenden Qualitätsmanagements** für die Produkte und Dienstleistungen im Straßen- und Verkehrswesen den Hauptteil dar. Der Muster-QM-Leitfaden ist schließlich für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung des Straßen- und Verkehrswesens für jede Lebensphase fachlich auszuarbeiten, wozu dem Anwender entsprechende **Arbeitsschritte** eine Hilfestellung geben sollen. Diese Arbeitsschritte umfassen dabei **konkrete Anweisungen** und zusätzliche **Ausfüllhinweise**. Darüber hinaus wird in dem Muster-QM-Leitfaden mit unterschiedlichen Schriftarten gearbeitet, welche feste Textbausteine, die für jeden QM-Leitfaden identisch sind, und individuelle Texte, die entsprechend dem zu betrachtenden Produkt bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung anzupassen sind, kennzeichnen.

- Welche Empfehlungen können zur Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen gegeben werden?

Um ein umfassendes Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen umsetzen zu können, sind neben der Modularisierung und Entwicklung des Muster-QM-Leitfadens noch weitere Schritte bzw. Maßnahmen erforderlich. So ist die Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements durch das **BMVI** zu **initialisieren** und zu **koordinieren** sowie durch entsprechende **Anreize** zu **fördern**. Weiterhin sind ausreichend **Ressourcen** in Form von Personal, Sach- und Finanzmittel **bereitzustellen**. Als ein konkretes Instrument zur Qualitätsüberwachung ist ein **Nationaler Qualitätsbericht Straße** zu entwickeln, der Kennzahlen über die Qualität des Verkehrssystems beinhaltet. Zudem sollte die im Rahmen dieser Arbeit vorgeschlagene **Dokumentationsstruktur**, bestehend aus einem übergeordneten Rahmendokument, fachspezifischen und aufgabenträgerspezifischen QM-Leitfäden, umgesetzt werden. Dazu ist der hier entwickelte Muster-QM-Leitfaden an einem weiteren Beispiel anzuwenden, weiterzuentwickeln und den Experten sowie der Öffentlichkeit vorzustellen. Da die QM-Leitfäden eine Ergänzung des Technischen Regelwerks der FGSV darstellt, ist dies auch durch eine entsprechende Erweiterung der bestehenden Systematik des Technischen Regelwerks zu verdeutlichen. Um letztendlich den Muster-QM-Leitfaden für alle Module des Straßen- und Verkehrswesens **fachspezifisch ausarbeiten** zu können, sollten **freiwillige Schulungen** angeboten werden, in denen die Begriffsbezeichnungen des Qualitätsmanagements näher gebracht und zudem die Ausgestaltung der QM-Leitfäden an einem Beispiel erläutert werden.

---

## 9.2 Fazit und weiterer Forschungsbedarf

### *Fazit*

Um die knappen verfügbaren Finanzmittel effizient und zielgerichtet einsetzen zu können, ist ein umfassendes Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen unverzichtbar. Das Qualitätsmanagement dient der Sicherung der Leistungsfähigkeit, der Verbesserung der Verkehrssicherheit, Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit sowie der Erhöhung der Zufriedenheit der Nutzer.

Erste Ansätze des Qualitätsmanagements existieren bereits im Straßen- und Verkehrswesen, dennoch fehlt ein einheitlicher Rahmen für ein umfassendes Qualitätsmanagement, der zu folgenden, **grundlegenden Nutzen** beitragen kann:

- Sicherung und Verbesserung der Qualität des Verkehrssystems in Bezug auf Verkehrssicherheit, Mobilität, Umwelt und Wirtschaftlichkeit,
- Effizienter und transparenter Ressourceneinsatz sowie Entscheidungshilfe bei verkehrlichen Maßnahmen(-konzepten) durch umfangreiche Erfassung und Dokumentation der Qualität,
- Gezielte Identifizierung und Minderung von Defiziten im Verkehrssystem.

Um ein umfassendes Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen zu entwickeln und den grundlegenden Nutzen zu gewährleisten, sind jedoch einige Schritte notwendig, welche im Rahmen dieser Arbeit aufgezeigt und ausgearbeitet wurden. Ein Teil davon stellt der entwickelte **Musterleitfaden des Qualitätsmanagements** (Muster-QM-Leitfaden) dar, der eine Hilfestellung bei der Anwendung des Qualitätsmanagements in der Praxis geben soll. Die beispielhafte Ausgestaltung für die Grundmodule Lichtsignalanlage Betrieb“ und „Lichtsignalsteuerung Betrieb“ zeigt, dass dieser Muster-QM-Leitfaden anwendbar ist. Dennoch sollte dieser anhand weiterer Beispiele von **Fachexperten erprobt**, entsprechend **weiterentwickelt** und **abgestimmt** werden.

Die Einführung des Muster-QM-Leitfadens und somit der Aufruf zur Ausgestaltung der einzelnen QM-Leitfäden sollte **von oberster Stelle**, dem BMVI **initialisiert** und **vorangetrieben** werden. Die letztendliche Ausgestaltung des Muster-QM-Leitfadens für alle Produkte und Dienstleistungen im Straßen- und Verkehrswesen liegt dann in der **Verantwortung der FGSV**, welche für die Erstellung des Technischen Regelwerks im Straßen- und Verkehrswesen zuständig ist. Zusammen mit der Einführung der QM-Leitfäden sollte zudem die **Erweiterung der Systematik des Technischen Regelwerks** und somit die Änderung der Kategorie für einige Regelwerke und Wissensdokumente initiiert werden. So könnten bspw. bestehende R-Regelwerke nun als QM-Leitfäden mit „Q“ gekennzeichnet werden.

Außer Frage steht, dass die Umsetzung eines solchen Qualitätsmanagements einen erheblichen **organisatorischen Aufwand** und **Ressourcenverbrauch** mit sich bringt. Ebenso tragen die **gewachsenen Strukturen** des Technischen Regelwerks der FGSV dazu bei, dass die Umsetzung einen langfristigen Prozess darstellt, den es sorgfältig anzugehen gilt, um den Nutzen eines umfassenden Qualitätsmanagements auch zu ermöglichen.

Zudem wird sehr wichtig sein, dass die **beteiligten Akteure** im Straßen- und Verkehrswesen hinreichend **motiviert** werden und die Prinzipien des Qualitätsmanagements sowohl bei der Weiterentwicklung des Regelwerks als auch bei der Umsetzung in die Praxis beachten. So müssen die an der Umsetzung und schließlich am Betrieb des Qualitätsmanagements beteiligten Akteure im Straßen- und Verkehrswesen die Prinzipien des Qualitätsmanagements verinnerlichen und diese bei der Ausführung ihrer Tätigkeiten umsetzen. Zudem ist das **Bewusstsein für Qualität** schon während der Ausbildungs- und Studienzeit in die Lehrinhalte einzubinden und zu fördern.

### *Weiterer Forschungsbedarf*

Mittels des entworfenen Muster-QM-Leitfadens ist ein erster konkreter Schritt zur Entwicklung bzw. Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen getätigt

---

worden. Doch zu dessen Umsetzung sind noch weitere detaillierte Schritte erforderlich, die im Rahmen dieser eher konzeptionell angelegten Arbeit nicht näher ausgearbeitet werden konnten. Einen **ersten Ansatzpunkt** bieten dazu die in der vorliegenden Arbeit formulierten **Empfehlungen** zur Umsetzung des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen. So sollte bspw. ein übergeordnetes Rahmendokument erstellt und bereitgestellt werden, welches neben der Modularisierung die durch das BMVI und Leitung der FGSV formulierten übergeordneten Vorgaben zur Gestaltung und zum Inhalt der QM-Leitfäden beinhaltet.

Darüber hinaus sollte eine **Rahmenarchitektur des Qualitätsmanagements** im Straßen- und Verkehrswesen entwickelt werden, die alle im Verkehr auftretenden Produkte, Dienstleistungen, Prozesse, Lebensphasen und die verschiedenen Verkehrsmittel, Akteure und Oberziele des Verkehrs sowie auch bereits bestehende Organisationsstrukturen integriert und strukturiert abbildet. So können die Wechselwirkungen und Zusammenhänge zwischen den einzelnen Modulen verdeutlicht und bspw. inhaltliche Abhängigkeiten sowie Synergien in der Datenerfassung und Datenaufbereitung identifiziert werden.

Zudem sollten der Muster-QM-Leitfaden und damit auch die QM-Leitfäden nach den Prinzipien des Qualitätsmanagements einem **kontinuierlichen Verbesserungsprozess** unterliegen. So sind die Inhalte der einzelnen QM-Leitfäden, entsprechend dem bisherigen Vorgehen zur Überarbeitung des Technischen Regelwerks, stets hinsichtlich des aktuellen Stands der Technik anzupassen und weiterzuentwickeln.

Daneben sollten die **Aussagen** bzw. **Inhalte** zu einem umfassenden Qualitätsmanagement für die einzelnen Produkte und Dienstleistungen (Module) **vervollständigt** werden. Dies kann zum Teil mit Hilfe der jeweiligen QM-Leitfäden geschehen. Dennoch zeigten sich im Zuge der Auswertungen von BOLTZE ET AL. (2014A), dass ebenfalls (wenn auch wenige) inhaltliche Lücken bei Bestandteilen des Qualitätsmanagements bestehen, die in dieser Arbeit dem Technischen Regelwerk zugeordnet worden sind. Die fehlenden Ausführungen zu den jeweiligen Bestandteilen sollten Regelwerken oder Wissensdokumenten zugewiesen und entsprechende Formulierungen bei der nächsten Überarbeitung der einzelnen Dokumente berücksichtigt werden.

Des Weiteren sind bereits für zahlreiche Produkte und Dienstleistungen im Straßen- und Verkehrswesen **Kenngrößen zur Qualitätsüberwachung** (Qualitätsmerkmale) beschrieben worden. Gleichwohl sind nur wenige Aussagen getroffen worden, ab welchem Wert die gemessene Qualität eines Produkts oder einer Dienstleistung als gut oder schlecht beurteilt werden kann. Diese Beurteilung resultiert dann meist aus **Erfahrungswerten** der einzelnen Akteure. Als ein positives Beispiel können die **Qualitätsstufen des Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen** (HBS) genannt werden, die bspw. anhand festgelegter Richtwerte für die mittlere Wartezeit an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlagen die Qualität des Verkehrsablaufs beschreiben (vgl. FGSV, 2015A). Solche Richt- oder Grenzwerte sollten auch für andere Produkte und Dienstleistungen im Straßen- und Verkehrswesen formuliert werden, um eine einheitliche und damit vergleichbare Qualitätsmessung zu ermöglichen.

Abschließend kann festgehalten werden, dass, bis ein umfassendes Qualitätsmanagement im Straßen- und Verkehrswesen gemäß den in dieser Arbeit beschriebenen Rahmenbedingungen vorliegt, noch ein **langer Weg** zurückzulegen ist, auf dem viele **Akteure einen Beitrag leisten** müssen. So sind neben dem **BMVI** insbesondere die **Gremienmitarbeiter der FGSV** aufgerufen, dieses Qualitätsmanagement aktiv mitzugestalten und auf Grundlage ihrer Fachkompetenz an seiner Umsetzung in den Regelwerken, Wissensdokumenten und QM-Leitfäden zu arbeiten. Dies wird darüber entscheiden, ob das Qualitätsmanagement den in Rahmen der vorliegenden Arbeit beschriebenen Nutzen auch tatsächlich gewährleisten kann.

---

## Literaturverzeichnis

---

- 2008/50/EG:** Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. 2008/50/EG. In: Amtsblatt der Europäischen Union, L 152
- 2008/96/EG:** Richtlinie 2008/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über ein Sicherheitsmanagement für die Straßenverkehrsinfrastruktur
- 16. BImSchV:** Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung). Ausfertigungsdatum 12.06.1990
- 39. BImSchV:** Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen). Ausfertigungsdatum 02.08.2010

### A

- ACKERMANN, K. & GERLACH, J. (2005):** Verbesserung der Verkehrssicherheit für ältere Menschen im Straßenverkehr. In: Straßenverkehrstechnik 01/2005, S. 37-43
- ALBERT SPEER & PARTNER GMBH - AS&P (1993):** FRUIT. Frankfurt Urban Integrated Traffic Management. Band 1: Ergebnisbericht zum Gesamtprojekt. Frankfurt am Main
- ALLEN, J., THORNE, G. & BROWNE, M. (2007):** BESTUFS - Praxisleitfaden für den städtischen Güterverkehr. [http://www.bestufs.net/download/BESTUFS\\_II/good\\_practice/German\\_BESTUFS\\_Guide.pdf](http://www.bestufs.net/download/BESTUFS_II/good_practice/German_BESTUFS_Guide.pdf), Zugriff am 06.01.2016
- ALLENBACH, R. & HUBACHER, M. (1998):** Analyse von gefährlichen Kreuzungen und Einmündungen mit Lichtsignalanlagen. [http://fvs.ch/uploads/tx\\_userdownloads/pub\\_05.09.06\\_FB\\_analysevongefahrlchenkreuzungen\\_d.pdf](http://fvs.ch/uploads/tx_userdownloads/pub_05.09.06_FB_analysevongefahrlchenkreuzungen_d.pdf), Zugriff am 14.12.2015
- AM RHEIN, H. (1970):** Grün - Gelb - Rot - Eine Betrachtung zur Signalfolge für Straßenverkehrssignalanlagen. In: Straßenverkehrstechnik 02/1970, S. 54-55
- AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS - AASHTO (2007):** State DOT Performance Management Programs: Selected Examples. Publication Code RP-TIF6S-1. Washington D.C.
- AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS - AASHTO (2015):** Strategic Plan 2014-2019. <http://www.transportation.org/Documents/2015AASHTOStrategicPlan.pdf>, Zugriff am 06.01.2016
- AMMOSER, H. & HOPPE, M. (2006):** Glossar Verkehrswesen und Verkehrswissenschaften. Definitionen und Erläuterungen zu Begriffen des Transports- und Nachrichtenwesens. [Hrsg.] Die Professoren des Instituts für Wirtschaft und Verkehr, Dresden
- AS 1742.14:2014:** Manual of Uniform Traffic Control Devices Part 14 - Traffic Signals. Standards Australia, Sydney
- AS 2144:2014:** Traffic signal lanterns. Standards Australia, Sydney
- AS 2339:1997:** Traffic signal posts and attachments. Standards Australia, Sydney
- AS 2578:2009:** Traffic signal controllers. Standards Australia, Sydney
- AS 2700S:2011 (G16):** Colour standards for general purposes - Traffic Green. Standards Australia, Sydney
- AS 2979:1998:** Traffic signal mast arms. Standards Australia, Sydney
- AS 4191:1994:** Portable traffic signal systems. Standards Australia, Sydney
- AS/NZS 2276.1:2004:** Cables for traffic signal installations - Multicore power cables. Standards Australia and Standards New Zealand, Sydney und Wellington
- AS/NZS 2276.3:2002:** Cables for traffic signal installations - Loop cables for vehicle detectors. Standards Australia and Standards New Zealand, Sydney und Wellington

- AUSTRALIAN GOVERNMENT (2015):** Homepage von Australian Government. <http://www.australia.gov.au/>, Zugriff am 10.06.2015
- AUSTROADS (2009A):** Guide to Traffic Management Part 10 - Traffic Control and Communications Devices. Publication No AGTM10-09. Sydney
- AUSTROADS (2009B):** Guide to Traffic Management Part 12 - Traffic Impacts of Development. Publication No AGTM12-09. Sydney
- AUSTROADS (2012):** Austroads Strategic Plan 2012-2016. [http://www.austroads.com.au/images/strategic-planning/Austroads\\_Strategic\\_Plan\\_2012-16.pdf](http://www.austroads.com.au/images/strategic-planning/Austroads_Strategic_Plan_2012-16.pdf), Zugriff am 10.06.2015
- AUSTROADS (2013A):** Asset Management Strategy for Electrical Assets. Publication No AP-R446-13. Sydney
- AUSTROADS (2013B):** Guide to Traffic Management Part 3 - Traffic Studies and Analysis. Publication No AGTM03-13. Sydney
- AUSTROADS (2013B):** Guide to Traffic Management Part 6 - Intersections, Interchanges and Crossings. Publication No AGTM06-13. Sydney
- AUSTROADS (2014A):** Austroads Annual Report 2013-2014. [http://www.austroads.com.au/images/annual-reports/austroads\\_annual\\_report\\_2013\\_14.pdf](http://www.austroads.com.au/images/annual-reports/austroads_annual_report_2013_14.pdf), Zugriff am 10.06.2015
- AUSTROADS (2014B):** Austroads Operational Plan 2012-2016 [2014 Update]. [http://www.austroads.com.au/images/strategic-planning/Austroads\\_Operational\\_Plan\\_July2014\\_Web.pdf](http://www.austroads.com.au/images/strategic-planning/Austroads_Operational_Plan_July2014_Web.pdf), Zugriff am 10.06.2015
- AUSTROADS (2014C):** Guide to Traffic Management Part 9 - Traffic Operations. Publication No AGTM09-14. Sydney
- AUSTROADS (2015):** Homepage von Austroads. <http://www.austroads.com.au>, Zugriff am 10.06.2015
- AUSTROADS - NPI (2015):** National Performance Indicators. <http://algin.net/austroads/site/index.asp?id=2>, Zugriff am 10.06.2015
- AZUMA, N. (2004):** Performance Measurement of Supreme Audit Institutions in 4 Anglo-Saxon Countries: Leading by Example. In: Government Auditing Review Volume 11, S. 65-99

## **B**

- BADELT, H., EIMERMACHER, S. & HAUSMANN, G. (2014):** Winterdienst auf Straßen mit offenporigen Asphaltbelägen. In: Straße und Autobahn 08/2014, S. 608-612
- BAIER, R. (2007):** Erfahrungen mit dem Sicherheitsaudit für Straßen. In: Straßenverkehrstechnik 07/2007, S. 363-368
- BAIER, R., GÖBBELS, A. & KLEMP-S-KOHNEN, A. (2013):** Sicherheitskenngrößen für den Radverkehr. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 228. Bergisch Gladbach
- BALKE, K., CHARARA, H. & PARKER, R. (2005):** Development of a Traffic Signal Performance Measurement System (TSPMS). FHWA/TX-05/0-4422-2
- BALLUFF, J. & BOLTZE, M. (2015):** Considering the Requirements of Elderly Road Users in Traffic Signal Control. In: Proceedings from the 14th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled Persons. 28.-31. Juli 2015, Lissabon, Portugal
- BARK, A. (2003):** Konstruktiver Straßenbau. In: Kolks, W. & Fiedler, J. [Hrsg.]: Verkehrswesen in der kommunalen Praxis. 2. Auflage. Erich Schmidt Verlag, Berlin
- BARK, A., KUTSCHERA, R., BAIER, R. & KLEMP-S-KOHNEN, A. (2010):** Sicherheitsrelevante Aspekte der Straßenplanung. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 196. Bergisch Gladbach
- BAUER, H. (2007):** Baubetrieb. 3. Auflage. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

---

**BAUGESETZBUCH (BAUGB)** vom 23.09.2004 mit Änderung vom 11.06.2013

**BECKEDAHL, H.-J. (2010):** Schlagloch/Straßenerhaltung. Handbuch Straßenbau, Band 1. Otto Elsner Verlagsgesellschaft, Dieburg

**BECKER, P. (2001):** Prozessorientiertes Qualitätsmanagement: nach der Revision 2000 der Normenfamilie DIN EN ISO 9000 - Zertifizierung und andere Managementsysteme. 1. Auflage. Expert Verlag, Renningen-Malmsheim

**BECKER, P. (2006):** Prozessorientiertes Qualitätsmanagement. 5. Auflage. Expert Verlag, Renningen

**BECKERS, T., KLATT, J. P. & VON HIRSCHHAUSEN, C. (2004):** Der Betriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Reformoptionen, empirische Evidenz und wirtschaftspolitische Schlussfolgerungen. Erweiterte deutsche Fassung zu der Studie “(De-)Centralisation of the Operation and Routine Maintenance of Federal Trunk Roads” im Rahmen des Projektes „Transport Institutions in the Policy Process (TIPP), Workpackage 5.6” der Europäischen Kommission

**BEHINDERTENGLEICHSTELLUNGSGESETZ - BGG:** Ausfertigungsdatum 27.04.2002, zuletzt geändert durch Verwaltungsvereinfachungsgesetz vom 19.12.2007

**BERGBAUER, A. K. (1999):** Die Unternehmensqualität messen - den Europäischen Qualitätspreis gewinnen. E.F.Q.M. - Selbstbewertung in der Praxis. Band 572, 2. Auflage. Expert Verlag, Renningen-Malmsheim

**BERGMANN-SYREN, J. (2009):** Volkswirtschaftliche Optimierung Straßennutzerkosten in die Einbindung von Straßennutzerkosten in die Erhaltungsplanung - Volkswirtschaftliche Optimierung. Präsentation auf Arbeitsgruppentagung Infrastrukturmanagement 12./13. Februar 2009, Bamberg

**Bernhard, J. & Grahl, S. (2008):** Praktischer Leitfaden zur Beurteilung der Qualität an Lichtsignalanlagen. In: Straßenverkehrstechnik 08/2008, S. 477-481

**BERNHARD, J. & GRAHL, S. (2009):** Praktischer Leitfaden zur Beurteilung der Qualität an Lichtsignalanlagen - Checklisten und normierte Kenngrößenbewertung. In: Straßenverkehrstechnik 08/2009, S. 517-525

**BERNER, F., KOCHENDÖRFER, B. & SCHACH, R. (2013):** Grundlagen der Baubetriebslehre 1 - Baubetriebswirtschaft. 2. Auflage. Springer Vieweg, Wiesbaden

**BEST, B. (2004):** Systematische Straßenerhaltung jetzt auch in Kommunen. Straße und Autobahn 01/2004, S. 24-29

**BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT (O.J.):** Duden - Die deutsche Rechtschreibung online. <http://www.duden.de/>, letzter Zugriff am 24.08.2015

**BHARGAVA, A., LAUMET, P., PILSON, C. & CLEMMONS, C. (2012):** Using an integrated Asset Management System in North Carolina for Performance Management, Planning and Decision Making. TRB 91st Annual Meeting Compendium of Papers DVD

**BLEES, V. (2004):** Qualitätsmanagement in Verkehrsplanungsprozessen. Schriftenreihe des Instituts für Verkehr, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Darmstadt, V14. Darmstadt

**BLEES, V. (2008A):** Qualitätsmanagement in kommunalen Verkehrsplanungsprozessen. Vortrag auf dem FGSV-Workshop „Qualitätsmanagement und Evaluation in der Verkehrsplanung“. Bonn, 9. Juni 2008

**BLEES, V. (2008B):** Qualitätsmanagement in der kommunalen Planung. In: Steierwald, M. [Hrsg.]: Integrierte Planung. Das Expertenlesebuch. Shaker Verlag, Aachen, 2008, S. 121-144

**BLEES, V. & ROOS, R. (2004):** Umfassendes Qualitätsmanagementsystem Straße und Verkehr. In: Straße und Autobahn 11/2004, S. 661-668

**BLEES, V., BOLTZE, M. & SPECHT, G. (2002):** Chancen und Probleme der Anwendung von Qualitätsmanagement in Verkehrsplanungsprozessen. Schlussbericht zur Förderung durch das Zentrum für interdisziplinäre Technikforschung (ZIT) an der TU Darmstadt

- 
- BLEES, V., HAMMER, A. & KLOTZ, S. (2008):** Qualitätsmanagement in kommunalen Verkehrsplanungsprozessen. In: Straßenverkehrstechnik 04/2008, S. 237-242
- BLEY, O. & FRIEDRICH, B. (2016):** Automatisiertes Qualitätsmanagement an Lichtsignalanlagen auf Basis von Prozessdaten. In: Straßenverkehrstechnik 01/2016, S. 17-25
- BÖHM, L. & SPAHN, V. (2008):** Die Definition von Unfallhäufungen als Basis für sicherheitsverbessernde Maßnahmen im Straßennetz. In: Straßenverkehrstechnik 11/2008, S. 698-705
- BÖSL, B. & SPAHN, V. (2010):** Präventiver Schutz vor schweren Unfallfolgen auf Landstraßen. In: Straßenverkehrstechnik 02/2010, S. 79-86
- BÖTTGER, R. (1971):** Der volkswirtschaftliche Gewinn einer verkehrsabhängigen Regelung des Straßenverkehrs. In: Straßenverkehrstechnik 03/1971, S. 78-81
- BOLDT, O. (2009):** Unternehmensübergreifendes Qualitätsmanagement für korridorbezogene kombinierte Güterverkehre Schiene/Straße. Josef Eul Verlag, Lohmar - Köln
- BOLTZE, M. (1989):** Optimierung von Umlaufzeiten in der Lichtsignalsteuerung für Straßennetze. In: Straßenverkehrstechnik 06/1989, S. 203-207
- BOLTZE, M. (2005):** Qualitätsmanagement im Stadtverkehr - neue Wege zu einer effizienteren Verkehrssteuerung. In: Straßenverkehrstechnik 02/2005, S. 61-68
- BOLTZE, M. (2009):** Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen. In: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen [Hrsg.]: Verkehrsplanung - Straßenentwurf - Verkehrsmanagement. Festschrift 100 Jahre Max-Erich Feuchtinger und Bruno Wehner. FGSV 002/91. Köln 2009, S. 292-301
- BOLTZE, M. (2013A):** Transportmanagement - Güterverkehrsnachfrage stadtverträglich beeinflussen. In: Deutsches Institut für Urbanistik: Urbane Räume in Bewegung. Edition Difü - Stadt Forschung Praxis. Berlin
- BOLTZE, M. (2013B):** Berücksichtigung der Belange älterer Verkehrsteilnehmer in der Straßenverkehrstechnik. In: Schlag, B. & Beckmann, K. J. [Hrsg.]: Schriftenreihe der Eugen-Otto-Butz-Stiftung Mobilität und Alter, Band 7: Mobilität und demografische Entwicklung. Köln
- BOLTZE, M. & JENTSCH, H. (2010):** Integrated Quality Management for Urban Transport Systems. In: Proceedings of the World Conference on Transport Research (WCTR), Lissabon, Portugal, Juli
- BOLTZE, M. & REUßWIG, A. (2005):** Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen - Sicherheitsprüfung vorhandener Lichtsignalanlagen und Anpassung der Steuerung an die heutige Verkehrssituation. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 128. Bergisch Gladbach
- BOLTZE, M. & WOLFERMANN, A. (2011):** Der Einfluss von Zwischenzeiten auf die Kapazität von Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage (Influence of Intergreen Times on the Capacity of Signalised Intersections) In: Straßenverkehrstechnik 11/2011, S. 711-717. In: Tagungsbericht zur HEUREKA '11 - Optimierung in Verkehr und Transport (Stuttgart, 16./17. März 2011). CD [Hrsg.] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln
- BOLTZE, M., KITTLER, W. & NAKAMURA, H. (2006):** Lichtsignalsteuerung in Japan. In: Straßenverkehrstechnik 09/2006, S. 531-537
- BOLTZE, M., REUßWIG, A. & VIETOR, U. (2003):** Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen. In: Straßenverkehrstechnik 11/2003, S. 576-580
- BOLTZE, M., SCHÄFER, P. & WOLFERMANN, A. (2006):** Leitfaden Verkehrstelematik. Hinweise zur Planung und Nutzung in Kommunen und Kreisen. [Hrsg.] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Berlin
- BOLTZE, M., HESS, R., BALLUFF, J., RÜHL, F. & WITZSCHE, A. (2014A):** Konzeption eines integrierten Qualitätsmanagements für das Straßen- und Verkehrswesen. FE09.0160/2011/MRB. Unveröffentlichter Schlussbericht. Darmstadt

- BOLTZE, M., HESS, R., ROOS, R. & BALLUFF, J. (2014B):** Konzeption eines integrierten Qualitätsmanagements für das Straßen- und Verkehrswesen. In: Straßenverkehrstechnik 09/2014, S. 607-613. In: Straße und Autobahn 09/2014, S. 689-695. Bonn
- BOLTZE, M., FRIEDRICH, B., JENTSCH, H., KITTLER, W., LEHNHOFF, N. & REUßWIG, A. (2006):** Analyse und Bewertung neuer Forschungserkenntnisse zur Lichtsignalsteuerung. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 149. Bergisch Gladbach
- BOSSERHOFF, D. (2006):** Qualitätssicherung an Lichtsignalanlagen der Hessischen Straßen- und Landesverwaltung. In: Straßenverkehrstechnik 04/2006, S. 205-213
- BOSSERHOFF, D. (2007):** Qualitätssicherung an Lichtsignalanlagen. In: Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen [Hrsg.]: Handbuch für Verkehrssicherheit und Verkehrstechnik (Kapitel 4.6). Wiesbaden
- BRANNOLTE, U. (1987):** Wirksamkeit der sogenannten Umweltampeln. In: Straßenverkehrstechnik 04/1987, S. 111-113
- BREER, J. (2014):** Entwicklung eines meistereiunabhängigen Modells für ein Qualitätsmanagement im Straßenbetrieb. In: Straßenverkehrstechnik 01/2014, S. 31-34
- BRENNER, M. F., ZIEGLER, H., SEELING, K. & KOPPERSCHLÄGER, D. (1997):** Sicherheitsrisiken an Lichtsignalanlagen. Untersuchung zur Sicherheitsrisiken an LSA durch den zeit- und/oder verkehrsabhängigen Einsatz von mehr als einem Steuerungsverfahren. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 44. Bergisch Gladbach
- BRON, W. & WIEBUSCH-WOTHGE, R. (1987):** Auswirkung der Umweltampel auf Kraftstoffverbrauch und Emissionen. In: Straßenverkehrstechnik 06/1987, S. 208-214
- BRÜCKNER, B. & MAUSA, I. (2008):** Städtischer Liefer- und Ladeverkehr - Eine Analyse der kommunalen Praktiken zur Entwicklung eines Instrumentariums für die StVO. In: Straßenverkehrstechnik 06/2008, S. 341-351
- BRÜGGEMANN, H. & BREMER, P. (2012):** Grundlagen Qualitätsmanagement. Vieweg+Teubner, Wiesbaden
- BRUHN, M. (1999):** Qualitätssicherung im Dienstleistungsmarketing. Eine Einführung in die theoretischen und praktischen Probleme. In: Bruhn, M. & Stauss, B. [Hrsg.]: Dienstleistungsqualität. Konzepte - Methoden - Erfahrungen, 3. Aufl., Wiesbaden
- BRUHN, M. (2011):** Qualitätsmanagement für Dienstleistungen: Grundlagen, Konzepte, Methoden. 8. Auflage. Springer Verlag, Wiesbaden
- BRUHN, M. (2012):** Kundenorientierung: Bausteine für ein exzellentes Customer Relationship Management (CRM). 4. Auflage. DTV-Beck, München
- BRUHN, M. (2013):** Qualitätsmanagement für Dienstleistungen. Handbuch für ein erfolgreiches Qualitätsmanagement: Grundlagen - Konzepte - Methoden. 9. Auflage. Springer Gabler Verlag, Berlin Heidelberg
- BULLOCK, D. M., STURDEVANT, J. P. & DAY, M. D. (2008):** Signalized Intersection Performance Measures for Operation Decision-Making. In: ITE Journal 08/2008, S. 20-23
- BUNDESAMT FÜR STATISTIK - BFS (2014):** Mobilität und Verkehr Taschenstatistik 2014. <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/news/publikationen.html?publicationID=5640>, Zugriff am 17.06.2015
- BUNDESAMT FÜR STATISTIK - BFS (2015A):** Homepage von BFS. <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/01/01/key.html>, Zugriff am 17.06.2015
- BUNDESAMT FÜR STATISTIK - BFS (2015B):** Taschenstatistik der Schweiz 2015. <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/news/publikationen.html?publicationID=5892>, Zugriff am 17.06.2015
- BUNDESAMT FÜR STRASSEN - ASTRA (2015):** Homepage des ASTRA. <http://www.astra.admin.ch/index.html?lang=de>, Zugriff am 17.06.2015



- 
- BUNDESAMT FÜR VERKEHR - BAV (2015):** Homepage des BAV. <http://www.bav.admin.ch/index.html?lang=de>, Zugriff am 17.06.2015
- BUNDESANSTALT FÜR STRAßENWESEN - BAST (2008):** Erhaltungsmanagement der Bundesfernstraßen. Broschüre. Bergisch Gladbach
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU- UND WOHNUNGSWESEN - BMVBW (2004):** Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen. Version 1.1. Bonn
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR - BMVI (2015):** Homepage des BMVI. [http://www.bmvi.de/DE/DasMinisterium/das-ministerium\\_node.html](http://www.bmvi.de/DE/DasMinisterium/das-ministerium_node.html), Zugriff am 05.11.2015
- BUREAU OF INFRASTRUCTURE, TRANSPORT AND REGIONAL ECONOMICS - BITRE, AUSTRALIAN GOVERNMENT (2014):** Yearbook 2014 - Australian infrastructure statistics. [http://www.bitre.gov.au/publications/2014/files/BITRE\\_YEARBOOK\\_2014\\_Full\\_Report.pdf](http://www.bitre.gov.au/publications/2014/files/BITRE_YEARBOOK_2014_Full_Report.pdf), Zugriff am 10.06.2015
- BYPAD CONSORTIUM (2008):** BYPAD. [http://www.bypad.org/cms\\_site.phtml?id=552&sprache=en](http://www.bypad.org/cms_site.phtml?id=552&sprache=en), Zugriff am 06.01.2016

## C

- CAMBRIDGE SYSTEMATICS (2000):** A Guidebook for Performance-Based Transportation Planning. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 446. National Academy Press, Washington D.C.
- CAMBRIDGE SYSTEMATICS (2009):** Performance-Based Management: State-of-the-Practice White Paper.  
2009 CEO Leadership Forum. Heruntergeladen von [http://www.camsys.com/kb\\_experts\\_performance-bsd\\_plng.htm](http://www.camsys.com/kb_experts_performance-bsd_plng.htm), Zugriff am 11.10.2015
- CAMBRIDGE SYSTEMATICS & HIGH STREET CONSULTING GROUP (2010A):** Performance-Based Planning: A State-of-the-Practice Summary. [http://planning.transportation.org/Documents/NationalForum/DR1\\_National%20Forum%20State-of-the-Practice%20Report.pdf](http://planning.transportation.org/Documents/NationalForum/DR1_National%20Forum%20State-of-the-Practice%20Report.pdf), Zugriff am 27.06.2015
- CAMBRIDGE SYSTEMATICS & HIGH STREET CONSULTING GROUP (2010B):** Transportation Performance Management: Insight from Practitioners. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 660. National Academy of Sciences, Washington D.C.
- CAMBRIDGE SYSTEMATICS, PB CONSULT & TEXAS TRANSPORTATION INSTITUTE (2006):** Performance Measures and Targets for Transportation Asset Management. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 551. Transportation Research Board, Washington D.C.
- CAMBRIDGE SYSTEMATICS, BOSTON STRATEGIES INTERNATIONAL, GORDON PROCTOR AND ASSOCIATES & MARKOW, M. J. (2009):** Target-Setting Methods and Data Management to Support Performance-Based Resource Allocation by Transportation Agencies. Volume III: Case Studies. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Web-Only Document 154. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- CAMBRIDGE SYSTEMATICS, BOSTON STRATEGIES INTERNATIONAL, GORDON PROCTOR AND ASSOCIATES & MARKOW, M. J. (2010):** Target-Setting Methods and Data Management to Support Performance-Based Resource Allocation by Transportation Agencies. Volume I: Research Report, Volume II: Guide for Target-Setting and Data Management. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) 666. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- CEMPEL, E. (2010):** A CFO's Handbook on Performance Management. American Association of State Highway and Transportation Officials. [http://www.transportation-finance.org/pdf/0211\\_performance\\_management\\_briefing\\_paper.pdf](http://www.transportation-finance.org/pdf/0211_performance_management_briefing_paper.pdf), Zugriff am 26.06.2015
- CHEN, W., HENLEY, L. & PRICE, J. (2009):** Assessment of Traffic Signal Maintenance and Operations Needs at Virginia Department of Transportation. Transportation Research Record: Journal of the

---

Transportation Research Board, No. 2128, Transportation Research Board of the National Academics, Washington D. C., S. 11-19

**CYPRA, T. (2008):** Entscheidungsmethode für standarderhöhende Maßnahmen des Winterdienstes auf Autobahnen. In: Straßenverkehrstechnik 04/2008, S. 214-222

## **D**

**DABLANC, L. (2011):** City logistics best practices: a handbook for authorities. SUGAR Sustainable urban goods logistics achieved by regional and local policies. Interreg IVC, Bologna

**DABLANC, L., GUILIANO, G., HOLLIDAY, K. & O'BRIEN, T. (2014):** Best practices in urban freight management. Lessons from an international survey. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2379, S. 29-38

**DAEHRE-KOMMISSION (2012):** Bericht der Kommission „Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung“ der Verkehrsministerkonferenz

**DAY, C. M., BULLOCK, D. M., STURDEVANT, J. R. (2009):** Cycle-Length Performance Measures: Revisiting and Extending Fundamentals. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2128, Transportation Research Board of the National Academics, Washington D. C., S. 48-57

**DAY, C. M., BULLOCK, D. M., LI, H., REMIAS, S. M., HAINEN, A. M., FRELJE, R. S., STEVENS, A. L., STURDEVANT, J. R. & BRENNAN, T. M. (2014):** Performance Measures for Traffic Signal Systems: An Outcome-Oriented Approach. Purdue University, West Lafayette, Indiana, 2014. doi: 10.5703/1288284315333.

**DAY, C. M., ERNST, J. M., BRENNAN, T. M., CHOU, C.-S., HAINEN, A. M., REMIAS, S. M., NICHOLS, A., GRIGGS, B. D. & BULLOCK, D. M. (2012):** Adaptive Signal Control Performance Measures: A System-in-the-Loop Simulation Case Study. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2311, Transportation Research Board of the National Academics, Washington D. C., S. 1-15

**DEGELMANN, R. (2011):** Erhaltungsmanagement als Aufgabe der Qualitätssicherung. Vortrag auf der ADAC Fachveranstaltung „Qualität auf Bundesfernstraßen“. Frankfurt am Main, 24. November 2011

**DEGENER, S, KUNZ, J., MENGE, J. & MÖNNIGHOFF (2008):** Stellenwert der Unfallkommissionen in Deutschland. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 03/2008, S. 146-149

**DENNEY, R. W. (2009):** Improving Traffic Signal Management and Operations: A Basic Service Model. FHWA-HOP-09-055

**DENNEY, R. W. JR., CURTIS, E. & HEAD, L. (2009):** Long Green Time and Cycles at Congested Traffic Signals. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2128, Transportation Research Board of the National Academics, Washington D. C., S. 1-10

**DEMING, W. E. (2000):** Out of the Crisis. 5. Auflage. Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge/Mass./USA

**DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR QUALITÄT E.V. - DGQ (1993):** DGQ-SCHRIFT NR. 11-04: Begriffe zum Qualitätsmanagement. 5. Auflage. Berlin

**DILLING, J. (1991):** Möglichkeiten zur Verbesserung der Beschilderung. In: Straßenverkehrstechnik 03/1991, S. 117-128

**DIN 18205:1996-04:** Bedarfsplanung im Bauwesen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin

**DIN 55350-11:2008-05:** Begriffe zum Qualitätsmanagement - Teil 11: Ergänzung zu DIN EN ISO 9000:2005. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin

**DIN EN 13306:2010-12:** Instandhaltung - Begriffe der Instandhaltung. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin

- 
- DIN EN ISO 9000:2005-12:** Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN ISO 9000:2015-11:** Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN ISO 9001:2008-12:** Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN ISO 9001:2015-11:** Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN ISO 9004:2009-12:** Leiten und Lenken für den nachhaltigen Erfolg einer Organisation - Ein Qualitätsmanagementansatz. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN ISO 14001:2015-11:** Umweltmanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN ISO 19011:2011-12:** Leitfaden zur Auditierung von Managementsystemen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN ISO 50001:2011-12:** Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN VDE V 0832-300:2014-12:** Technische Festlegungen für den Einsatz von LED-Signalgebern für Straßenverkehrs-Signalanlagen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DING, N., HE, Q. & WU, C. (2014):** Performance Measures of Manual Multi-Modal Traffic Signal Control. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2438, Transportation Research Board of the National Academics, Washington D. C., S. 55-63
- DURTH, W., HOLLDORF, C., ROOS, R., SCHLUND, M., STÖCKNER, M., RÜRUP, B., BERNHARDT, B. & FEHRENBACHER, A. (2001):** Leistungsheft für die betriebliche Straßenunterhaltung auf Bundesfernstraßen; Forschungsprojekt (FA 3.311) im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch Gladbach

## **E**

- EIDGENÖSSISCHES DEPARTEMENT FÜR UMWELT, VERKEHR, ENERGIE UND KOMMUNIKATION - UVEK (2015):** Homepage des UVEK. <http://www.uvek.admin.ch/index.html?lang=de>, Zugriff am 17.06.2015
- EGELER, C., ERZINGER, F., WÄLTI, M., BLUMENSTEIN, A., KAUFFMANN, V., SCHLAG, B., SCHADE, J. & RÖSSGER, L. (2015):** Langsamverkehrsfreundliche Lichtsignalanlagen. Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Strassenbau, Bern
- EMDE, W., FABIAN, L. & GERZ, U. (1991):** Anwendbarkeit geschlossener Systeme des Managements der Straßenerhaltung. Reihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 609. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven
- ENGELKE, M. (1997):** Qualität logistischer Dienstleistungen - Operationalisierung von Qualitätsmerkmalen, Qualitätsmanagement, Umweltgerechtigkeit. In: Pfohl, H.-C. [Hrsg.]: Unterführung und Logistik, Band 11. Erich Schmidt Verlag, Berlin
- ENDRULAT, T. & HAGEDORN, R. (2012):** Neuerungen und Weiterentwicklung des deutschen Straßenzustands- und WetterInformations-System SWIS. In: Straßenverkehrstechnik 01/2012, S. 20-24
- EPPEL, M. (2000):** Prozessqualität - Ansätze zum Qualitätsmanagement bei innerbetrieblichen und zwischenbetrieblichen Prozessen. Hochschulschrift der Universität St. Gallen. St. Gallen
- EVANS, J. B. (1980):** Control of isolated signals (conference report). In: Traffic Engineering & Control 06/1980, S. 323

---

## F

- FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION - FHWA (2009):** Manual on Uniform Traffic Control - for Streets and Highways. Revised Version 2012
- FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION - FHWA (2013A):** FHWA Performance Reporting - Part one of two - Final Report. FHWA, Office of Infrastructure, Publikationsnummer FHWA-HIF-13-043. <http://www.fhwa.dot.gov/tpm/resources/docs/hif13043.pdf>, Zugriff am 02.07.2015
- FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION - FHWA (2013B):** FHWA Performance Reporting - Part two of two - Final Report. FHWA, Office of Infrastructure, Publikationsnummer FHWA-HIF-13-044. <http://www.fhwa.dot.gov/tpm/resources/docs/hif13044.pdf>, Zugriff am 02.07.2015
- FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION - FHWA (2014):** Highway Performance Monitoring System - Field Manual. FHWA, Office of Highway Policy Information, Office of Management & Budget (OMB) Control, Publikationsnummer 2125-0028. [http://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/hpms/fieldmanual/HPMS\\_2014.pdf](http://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/hpms/fieldmanual/HPMS_2014.pdf), Zugriff am 28.06.2015
- FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION - FHWA (2015):** Homepage des FHWA. <http://www.fhwa.dot.gov/>, Zugriff am 18.06.2015
- FICHERT, F. & GRANDJOT, H.-H. (2007):** Akteure, Ziele und Instrumente. In: Schöller, O., Canzler, W. & Knie, A. [Hrsg.]: Handbuch Verkehrspolitik. 1. Auflage. VS Verlag für Sozialwissenschaften, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden
- FOLLMANN, J. (2002):** GIS im Internet - Neue Wege zu Kommunikation und Partizipation im Planungsprozess. In: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen [Hrsg.]: Heureka '02: Optimierung in Transport und Verkehr, Tagungsbericht, S. 251-264, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (1964):** Richtlinien für Entwurf, Bau und Betrieb von Lichtsignalanlagen im Straßenverkehr. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (1966):** Richtlinien für Entwurf, Bau und Betrieb von Lichtsignalanlagen im Straßenverkehr. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (1972):** Merkblatt für Lichtsignalanlagen an Landstraßen. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (1974):** Organisation. Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau 1924-1934. Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen 1935-1974. Kirschbaum Verlag, Bonn - Bad-Godesberg
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (1977):** Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (1981):** Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (1990):** Organe und Ausschüsse der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (1991):** MERKBLATT ÜBER DETEKTOREN FÜR DEN STRAßENVERKEHR. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (1992A):** Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (1992B):** Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (1994):** Öffentlicher Personen-Nahverkehr - Anforderungen älterer Menschen an öffentliche Verkehrssysteme. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (1995):** Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA-95). FGSV-Verlag, Köln

- 
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (1997):** Technische Lieferbedingungen für transportable Lichtsignalanlagen. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (1999A):** Merkblatt für den Unterhaltungs- und Betriebsdienst an Straßen - Teil: Reinigung von Straßen außerhalb von Ortsdurchfahrten. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (1999B):** Öffentlicher Personen-Nahverkehr - Anforderungen jüngerer Menschen an öffentliche Verkehrssysteme. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2001A):** Hinweise zu Verkehrsrechnern als Bestandteil der innerörtlichen Lichtsignalsteuerung. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2001B):** Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2: Maßnahmen gegen Unfallhäufungen. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2001C):** Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Stra 01). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2002A):** Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen (EFA). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2002B):** Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen (ESAS). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2003A):** Begriffsbestimmungen - Teil: Straßenbautechnik. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2003B):** Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen (ESN). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2004):** Merkblatt für den Bau griffiger Asphaltdeckschichten. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2005A):** Merkblatt für Kaltrecycling in situ im Straßenoberbau (M KRC). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2005B):** Hinweise zur Signalisierung des Radverkehrs (HSRa). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2006A):** Mechanisches Verhalten von Asphalt in Befestigungen für Verkehrsflächen - Eingangsgrößen in die Bemessung (Materialkennwerte). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2006B):** Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2006C):** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen (ZTV Pflaster-StB). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2007):** Hinweise zur Anwendung von Qualitätsmanagement in kommunalen Verkehrsplanungsprozessen. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2008A):** Merkblatt zur Anlage von Querungshilfen für Tiere und zur Vernetzung von Lebensräumen an Straßen (M AQ). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2008B):** Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2009):** Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS). FGSV-Verlag, Köln

- 
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2010A):** Beispielsammlung zu den Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2010B):** Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2010C):** Hinweise für Beschaffung und Einsatz von Streumaschinen (H StreuM). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2010D):** Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2010E):** Merkblatt für den Winterdienst auf Straßen. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2011A):** Grundlagen für das Erstellen von Technischen Regelwerken und Wissensdokumenten für das Straßen- und Verkehrswesen. [http://www.fgsv.de/fileadmin/pdf/Prozess\\_Erstellen\\_Regelwerk\\_Kap\\_1-6\\_November\\_2011\\_inkl.Anlagen.pdf](http://www.fgsv.de/fileadmin/pdf/Prozess_Erstellen_Regelwerk_Kap_1-6_November_2011_inkl.Anlagen.pdf), Zugriff am 03.07.2015
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2011B):** Hinweise für barrierefreie Verkehrsanlagen (HBVA). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2011C):** Hinweise zu Straßenräumen mit besonderem Überquerungsbedarf - Anwendungsmöglichkeiten des „Shared Space“-Gedankens. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2011D):** Hinweise zur Strategieranwendung im dynamischen Verkehrsmanagement. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2012A):** Begriffsbestimmungen - Teil: Verkehrsplanung, Straßenentwurf und Straßenbetrieb. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2012B):** Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (M UKO). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2013A):** Merkblatt für die Durchführung von Verkehrsschauen (M DV). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2013B):** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt (ZTV Asphalt-StB). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2013C):** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Markierungen auf Straßen (ZTV-M 13). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2014A):** FGSV-Bibliographie 1924 bis 2014. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2014B):** Hinweise für die Lichtsignalsteuerung in Straßennetzen (H LiS). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2014C):** HINWEISE ZUM QUALITÄTSMANAGEMENT AN LICHTSIGNALANLAGEN (H QML). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2015A):** Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2015B):** Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2015C):** VERÖFFENTLICHUNGEN FGSV-VERLAG. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2015D):** Veröffentlichungen Januar bis August 2015. FGSV-Verlag, Köln

- FREYTAG, R. (2007):** Qualitätsmanagementhandbuch. Landeshauptstadt München (LHM) Kreisverwaltungsreferat HA III/12. München
- FRIEDLI, T., SEGHEZZI, H. D., MÄNDER, C. & LÜTZNER, R. (2014):** Konzepte - Modelle - Systeme. In: Pfeifer, T. & Schmitt, R. [Hrsg.]: Masing Handbuch Qualitätsmanagement. 6. Auflage. Carl Hanser Verlag, München Wien
- FRIEDRICH, B. (2000):** Steuerung von Lichtsignalanlagen: BALANCE - ein neuer Ansatz. In: Straßenverkehrstechnik 07/2000, S. 321-328
- FRIEDRICH, B. (2014):** Koordinierung von Lichtsignalanlagen in städtischen Straßennetzen - Bewertung der Umweltwirkungen. In: Straßenverkehrstechnik 04/2014, S. 229-236
- FRIEDRICH, B., HOFFMANN, S., POHLMANN, T., KUTZNER, R. & BARTELS, S. (2008):** Umsetzungshinweise zum Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen. Schlussbericht zum FE 03.0408/2006/DGB im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Hannover, München
- FRIEDRICH, B., HOFFMANN, S., POHLMANN, T. & KUTZNER, R. (2009):** Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen - ein Leitfaden für die Praxis. In: Straßenverkehrstechnik 12/2009, S. 778-788

## **G**

- GABLER (2015):** Wissenschaftslexikon online. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/>, Zugriff am 23.02.2015
- GAIL, A. (2012):** Neue Entwicklungen und Ergebnisse zur Qualitätssicherung von Fahrbahnmarkierungen. In: Straßenverkehrstechnik 06/2012, S. 376-380
- GEIGER, D., WELLS, P., BUGAS-SCHRAMM, P., LOVE, L., MCNEIL, S., MERIDA, D., MEYER, M., RITTER, R., STEUDLE, K., TUGGLE, D. & VELASQUEZ, L. (2005):** Transportation Asset Management In Australia, Canada, England, and New Zealand. <http://international.fhwa.dot.gov/assetmanagement/2005tam.pdf>, ZUGRIFF 08.12.2015
- GEIGER, W. & KOTTE, W. (2008):** Handbuch Qualität: Grundlagen und Elemente des Qualitätsmanagements: Systeme - Perspektiven. Vieweg+Teubner, Wiesbaden
- GENERAL ACCOUNTING OFFICE, UNITED STATES - GAO (1996):** Executive Guide: Effectively Implementing the Government Performance and Results Act. GAO/GGD-96-118. <http://www.gao.gov/special.pubs/gg96118.pdf>, Zugriff am 27.06.2015
- GERLACH, J. (2004):** Sicherheitsaudits von Stadtstraßen - Stärkung der Verkehrssicherheitsbelange in der Straßenplanung. In: KommunalPraxis spezial - Kommunale Verkehrsüberwachung, Nr. 2/2004
- GERLACH, J., KESTING, T. & LIPPERT, W. (2006):** Qualifizierung von Auditoren für das Sicherheitsaudit für Innerortsstraßen - Qualifizierung von Mitarbeitern kommunaler Straßenverwaltungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 134. Bergisch Gladbach
- GIEBEL, M. (2010):** Wertsteigerung durch Qualitätsmanagement - Entwicklung eines Modells zur Beschreibung der Wirkmechanismen und eines Vorgehenskonzepts zu dessen Einführung. In: Prof. Dr.-Ing Jochem, R. [Hrsg.]: Kasseler Schriftenreihe Qualitätsmanagement, Band 1. Kassel University Press, Kassel
- GLADEN, W. (2014):** Performance Measurement - Controlling mit Kennzahlen. 6. Auflage. Springer Verlag, Wiesbaden
- GLEICH, R. (2001):** Das System des Performance Measurement, Theoretisches Grundkonzept, Entwicklungs- und Anwendungsstand. Verlag Franz Vahlen, München
- GORDON, R. & BRAUD, C. (2009):** Traffic Signal Operations and Maintenance Staffing Guideline. FHWA-HOP-09-006

- GORDON, R. L. (2010):** Traffic Signal Retiming Practices in the United States. A Synthesis of Highway Practice. National Cooperative Highway Research Program 20-05, NCHRP Synthesis 409, Washington D.C.
- GOVERNMENT PERFORMANCE AND RESULTS ACTS - GPRA (1993):**  
<https://www.whitehouse.gov/omb/mgmt-gpra/gplaw2m>, Zugriff am 11.08.2015
- GRABE, W. (1970):** Untersuchungen der Gelblichtproblematik an Knotenpunkten mit Lichtsignalsteuerung. In: Straße und Autobahn 12/1970, S. 499-500
- GRAHL, S. (2008):** VERKEHRSREGELUNGSSYSTEME - GRUNDLAGEN FÜR DAS ERHALTUNGSMANAGEMENT. Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Strassenbau, Bern
- GRAHL, S. & JENTSCH, H. (2012):** Strategieranwendung im dynamischen Verkehrsmanagement - Grundlagen und Erfahrungen. In: Straßenverkehrstechnik 03/2012, S. 137-144
- GRAHL, S., BÜLTER, R., HÄCHLER, C. & REDING, U. (2010):** Verkehrsregelungssysteme - Modernisierung von Lichtsignalanlagen. Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Strassenbau, Bern
- GRANT, M., D'IGNAZIO, J., BOND, A. & MCKEEMAN, A. (2013):** Performance Based Planning and Programming Guidebook. FHWA-HEP-13-041. [http://www.fta.dot.gov/documents/Performance\\_Based\\_Planning\\_and\\_Programming\\_Guidebook.pdf](http://www.fta.dot.gov/documents/Performance_Based_Planning_and_Programming_Guidebook.pdf), Zugriff am 28.06.2015
- GRANDJOT, H.-H. & BERNECKER, T. (2013):** Verkehrspolitik: Grundlagen - Herausforderungen - Perspektiven. 2. Auflage. DVV Media Group GmbH, Hamburg
- GRAW, M. & ADAMEC, J. (2014):** Unfallreduktion aus rechtsmedizinischer Sicht. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 02/2014, S. 83-86
- GREILING, D. (2009):** Performance Measurement in Nonprofit-Organisationen. In: Prof. Dr. Witt, D. [Hrsg.]: NPO-Management. Gabler Verlag, Wiesbaden
- GREINER, P., MAYER, P. E. & STARK, K. (2005):** Baubetriebslehre - Projektmanagement. Wie Bauprojekte erfolgreich gesteuert werden. 3. Auflage. Vieweg & Sohn Verlag, Wiesbaden
- GRESSLER, U. & GÖPPEL, R. (1996):** Qualitätsmanagement. 2. Auflage. Bildungsverlag EINS, Köln
- GROSSMAN, J., MCKENZIE, C. & BULLOCK, D. M. (2015):** Performance Measures for Traffic Signal Pedestrian Button and Detector Maintenance. Transportation Research Board 94th Annual Meeting Compendium of Papers, Washington D.C.
- GROSSMANN, H., KÖNIG, V. & RUHE, C. (2008):** Hinweise - Barrierefreiheit im öffentlichen Verkehrsraum für seh- und hörgeschädigte Menschen. Reihe: direkt- Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden, Heft 64. [Hrsg.]: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven
- GROßMANN, A., ROOS, R. & WENZEL, D. (2008):** Systematik für eine objektive Dringlichkeitsreihung im Rahmen der Straßenerhaltung in Kommunen. In: Straße und Autobahn 10/2008, S. 641-647
- GÜNDEL, D. (2008):** Methode BYPAD - Radverkehrsförderung mit QM-Instrumenten. Vortrag beim Workshop „Qualitätsmanagement und Evaluation in der Verkehrsplanung“. Bonn, 9. Juni 2008
- GUDMUNDSSON, H. & FUKUDA, D. (2013):** Indicators in the governance of sustainable transport policies in Japan. Transportation Research Board 92nd Annual Meeting, Präsentation, Washington, D.C.
- GUHA, P. J. & ZELENY, T. (1985):** Lichtsignalanlage mit Belegungsanzeige der Konfliktzone. In: Strasse und Verkehr 01/1985, S. 24-26

## H

- HANKE, H. (2010A):** Die Streutechnik der Zukunft - Wirkungsoptimierung und Qualitätssicherung. In: Straßenverkehrstechnik 08/2010, S. 477-483



- 
- HANKE, H. (2010B): Innovative Techniken im Dienst für einen sicheren und effektiven Verkehrsablauf im Winter. In: Straßenverkehrstechnik 09/2010, S. 707-713
- HANKE, H. (2012): Salzmengen-Management - Schlussfolgerungen aus zwei strengen Winterperioden. In: Straße und Autobahn 04/2012, S. 241-247
- HANSEN, I. A. & FORTUJN, L. G. H. (2006): Steigerung der Leistungsfähigkeit und Sicherheit von mehrspurigen Kreisverkehrsplätzen durch Spiralförmigkeit. In: Straßenverkehrstechnik 01/2006, S. 37-42
- HAUSMANN, G. (2013): Technische Möglichkeiten zur Optimierung der Streuerausbringung. In: Straßenverkehrstechnik 11/2013, S. 707-711
- HEITFELD, E. & ROSE, H. H. (1978): Die Umweltverträglichkeitsprüfung - ein Hilfsmittel für die Verkehrsplanung. In: Straßenverkehrstechnik 07/1978, S. 51-56
- HELLER, S. (2012): Erhaltungsmanagement von Straßen - Pavement Management System (PMS). In: BauPortal 05/2012, S. 8-12
- HERRMANN-LOBREYER, M. (2007): Die Verbesserung des öffentlichen Personennahverkehrsangebots für mobilitätseingeschränkte Personengruppen mithilfe von Gender Planning am Beispiel der Region Stuttgart. Dissertation am Institut für Geographie der Universität Stuttgart
- HESS, R. (2008): Qualität des Straßenbetriebsdienstes im Kontext der Leistungserbringung durch Private. In: Straßenverkehrstechnik 05/2008, S. 289-293
- HESS, R. (2010): Erfahrungen mit der Umsetzung eines Qualitätsmonitoring im Straßenbetriebsdienst. In: Straße und Autobahn 07/2010, S. 492-497
- HESSISCHE STRAßEN- UND VERKEHRSVERWALTUNG - HSVV (2008): Auditbericht. Wiesbaden
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - HLSV (2002): Leitfaden Qualitätssicherung an Lichtsignalanlagen. Wiesbaden
- HIDBER, C. (1968): Automatische Verkehrssteuerung. In: Strasse und Verkehr 01/1968, S. 7-16
- HÖHNE, L. (1987): Wirtschaftlicher Betrieb von Straßenverkehrs-Signalanlagen. In: Straßenverkehrstechnik 01/1987, S. 15-18
- HONORARORDNUNG FÜR ARCHITEKTEN UND INGENIEURE - HOAI (2015): Verordnung über Honorare für Leistungen der Architekten und der Ingenieure. 31. Auflage. Deutscher Taschenbuch Verlag, München
- HOBEL, B. & SCHÜTTE, S. (2006): Gabler Business-Wissen A-Z Projektmanagement. 1. Auflage. Gabler Verlag, Wiesbaden
- HOFFMANN, G. (1982): Möglichkeiten zur Kraftstoffeinsparungen bei der Lichtsignalsteuerung. In: Straße und Autobahn 07/1982, S. 257-267
- HOLLDORB, C. (2009): Neue Entwicklungen im europäischen Winterdienst. In: Straßen und Autobahn 11/2009, S. 728-734
- HOLLDORB, C. & STREICH, M. (2014): Neue Methode zur Dimensionierung von Streustofflagern für den Winterdienst. In: Straßenverkehrstechnik 08/2014, S. 529-534
- HOYER, R., OTTO, T., PRIEMER, C., Reußwig, A. & Wolf, F. (2012): Optimierungspotenziale des Verkehrsablaufs durch kooperative Lichtsignalanlagen. In: Straßenverkehrstechnik 06/2012, S. 345-352
- HUBER, F. (2000): Defizite klassischer Planungsprozesse. In: Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft e.V. (DVWG) [Hrsg.]: Schriftenreihe B, B 233: Kommunikation und Beteiligung bei Verkehrsprojekten - Beschleunigung oder Behinderung?. Bergisch Gladbach
- HUNGENBERG, H. & WULF, T. (2011): Grundlagen der Unternehmensführung. Einführung für Bachelorstudierende. 4. Auflage. Springer Verlag, Berlin Heidelberg
- HUTSON, D. (2005): Applying Asset Management Strategies to Traffic Signal and Street Lighting Systems in Portland, Oregon, USA. <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/archive/conferences/preservation-asset/presentations/11-1-Hutson.pdf>, Zugriff am 19.12.2015

---

**I**

- IDAHO TRANSPORTATION DEPARTMENT - ITD (2016):** Dashboard des ITD.  
<http://itd.idaho.gov/Dashboard/>, Zugriff am 30.04.2016
- IHDE, G. B. (2001):** Transport, Verkehr, Logistik. 3. Auflage. Verlag Franz Vahlen, München
- INJAC, N. (2007):** Die Entwicklung des Qualitätsmanagements im 20./21. Jahrhundert. In: Pfeifer, T. & Schmitt, R. [Hrsg.]: Masing - Handbuch Qualitätsmanagement. 5. Auflage. Carl Hanser Verlag, München Wien
- INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS - ITE O. J.: Traffic Signal Audit Guide.**  
<http://library.ite.org/pub/e2654d52-2354-d714-5126-ca1779c02831>, Zugriff am 19.12.2015
- INSTITUTE OF URBAN TRAFFIC RESEARCH (1997): ITS developed by Japanese Police.**  
<http://www.tmt.or.jp/research/pdf/its-e.pdf>, Zugriff am 12.12.2015
- IRYO-ASANO, M. & ALHAJYASEEN, W. K. M. (2014): Analysis of Pedestrian Clearance Time at Signalized Crosswalks in Japan.** Procedia Computer Science 32, pp. 301-308

**J**

- JÄHRIG, T. (2012):** Wirksamkeit von Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf einbahnigen Landstraßen. Dissertation an der Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“ der Technischen Universität Dresden. Dresden
- JAINSKI, P. (1952):** Farbige Lichtsignale im Straßenverkehr. In: Straße und Autobahn 09/1952, S. 277-280
- JAPAN SOCIETY OF TRAFFIC ENGINEERS - JSTE (1988):** The Planning and Design of At-Grade Intersections.
- JAPAN SOCIETY OF TRAFFIC ENGINEERS - JSTE (1994):** Manual on Traffic Signal Control
- JAPAN SOCIETY OF TRAFFIC ENGINEERS - JSTE (2006):** Manual on Traffic Signal Control. Revised Edition
- JAPAN TRAFFIC MANAGEMENT TECHNOLOGY ASSOCIATION, INSTITUTE OF URBAN TRAFFIC RESEARCH (1997): ITS developed by Japanese Police, Japan Traffic.**  
<http://www.tmt.or.jp/research/pdf/its-e.pdf>, Zugriff am 14.12.2015
- JENTSCH, H. (2009):** Konzeption eines integrierten Qualitätsmanagements für den Stadtverkehr. Schriftenreihe des Instituts für Verkehr, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Darmstadt, V 25. Darmstadt

**K**

- KAMISKE, G. F. & BRAUER, J.-P. (2011):** Qualitätsmanagement von A bis Z. Wichtige Begriffe des Qualitätsmanagements und ihre Bedeutung. 7. Auflage. Carl Hanser Verlag, München Wien
- KAMISKE, G. F. & BRAUER, J.-P. (2012):** ABC des Qualitätsmanagements. 4. Auflage. Carl Hanser Verlag, München Wien
- KAPLAN, R. S. & NORTON, D. P. (1992):** The Balanced Scorecard - Measures that drive Performance. Harvard Business Review, No. 92105
- KAPLAN, R. S. & NORTON, D. P. (1997):** Balanced Scorecard: Strategien erfolgreich umsetzen. 1. Auflage. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart
- KARLAFTIS, M. & KEPAPTSOGLU, K. (2012):** Performance Measurement in the Road Sector: A Cross-Country Review of Experience - Discussion Paper No. 2012-10. Athen
- KATHMANN, T., ZIEGLER, H. & POZYBILL, M. (2014):** Einführung eines Verkehrssicherheitsscreenings - Sicherheit auf baden-württembergischen Straßen. In: Straßenverkehrstechnik 11/2014, S. 765-775

- 
- KELLER, H., FRIEDRICH, B., WULFFIUS, H., MERTZ, J., WOLTER, W. & SCHÜLER, T. (2002): Verkehrsadaptive Netzsteuerung von Lichtsignalanlagen. In: Straßenverkehrstechnik 07/2002, S. 333-338
- KERSTEN, W. & KOPPENHAGEN, F. (2002): Systematische Ableitung modularer Produktarchitektur. Komplexitätsreduzierung in der Konzeptphase. In: PPS Management 01/2002, S. 9-13
- KIRSCHFINK, H. & ARETZ, C. (2009): Qualitätsmanagementkonzept für den Betrieb der Verkehrsrechnerzentralen des Bundes. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 187. Bergisch Gladbach
- KOCH, E. & SCHNEIDER, U. (1997): Flächenrecycling durch kontrollierten Rückbau. Ressourcenschonender Abbruch von Gebäuden und Industrieanlagen. Springer, Berlin, Heidelberg
- KOCHENDÖRFER, B., LIEBCHEN, J. H. & VIERING, M. G. (2007): Bau-Projekt-Management - Grundlagen und Vorgehensweisen. 3. Auflage. Teubner Verlag, Wiesbaden
- KOESSLER, P. (1959): Das Verkehrswesen - eine lebensnotwendige Ingenieuraufgabe. In: Deutsches Museum - Abhandlungen und Berichte. 27. Jahrgang, Heft 1. Verlag von R. Oldenbourg. München
- KÖHLER, U. (2001): Verkehr: Straße, Schiene, Luft. Band: Der Ingenieurbau. [Hrsg.] Köhler, U. Ernst & Sohn Verlag. Berlin
- KÖHLER, E. & STREHLER, M. (2011): Lichtsignalanlagenoptimierung mit zyklisch expandierten Netzwerken. In: Tagungsbericht zur HEUREKA '11 - Optimierung in Verkehr und Transport (Stuttgart, 16./17. März 2011). CD [Hrsg.] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln
- KÖHLER, M., FRANK, D. & SCHMITT, R. (2014): Six Sigma. In: Pfeifer, T. & Schmitt, R. [Hrsg.]: Masing Handbuch Qualitätsmanagement. 6. Auflage. Carl Hanser Verlag, München Wien
- KÖLL, H., BADER, M. & AXHAUSEN, K. W. (2001): Regelwidriges Fahrverhalten an Lichtsignalanlagen -Empirische Ergebnisse aus Österreich, Schweiz und Deutschland. In: Straßenverkehrstechnik 07/2001, S. 313-317
- KÖRNER, M., MAIER, R. & SCHÜLLER, H. (2009): Grenzwerte von Unfallhäufungen - Überprüfung und Verbesserung der Grenzwertkriterien zum Erkennen von Unfallhäufungen im Straßennetz. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 02/2009, S. 86-91
- KOONCE, P., LEE, K. & URBANIK, T. (2009): Regional Traffic Signal Operations Programs: An Overview. Report No. FHWA-HOP-09-007. Washington, D.C.
- KOONCE, P., RODEGERDTS, L., LEE, K., QUAYLE, S., BEAIRD, S., BRAUD, C., BONNESON, J., TARNOFF, P., URBANIK, T. (2008): Traffic Signal Timing Manual. U. S. Federal Highway Administration. FHWA-HOP-08-024. Washington, D.C.
- KOPPEL, O. & KAARE, K. (2013): The Role of Performance Measurement in Forming Estonian National Transportation Policy. In: Proceedings of the World Conference on Transport Research (WCTR), Rio de Janeiro, Brasilien, Juli
- KRAUSE, G. & MAERSCHALK, G. (2010): Auswertung von Forschungsarbeiten zur Weiterentwicklung des Pavement Management Systems (PMS). Reihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 1037. WIRTSCHAFTSVERLAG NW, BREMERHAVEN
- KRETZ, R. (2014): Management der Straßenerhaltung - Sachstand und Ausblick. In: Straße und Autobahn 07/2014, S. 518-524
- KÜBLER, S. (2014): Planung von Erhaltungsmaßnahmen aus Sicht des Bundes. In: Straße und Autobahn 07/2014, S. 525-530
- KÜHN, H. (1999): 75 Jahre FGSV. Aus der Chronik der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen 1924-1999. In: Straße und Autobahn 10/1999 und Straßenverkehrstechnik 10/1999, Beilage

- 
- KUMMER, S. (2006): Einführung in die Verkehrswirtschaft. 1. Auflage. Facultas Verlags- und Buchhandels AG, Wien
- KURTH, N. (2003): Straßenunterhaltung und Verkehrssicherung. In: Kolks, W. & Fiedler, J. [Hrsg.]: Verkehrswesen in der kommunalen Praxis. 2. Auflage. Erich Schmidt Verlag, Berlin
- KUSTER, J. HUBER, E., LIPPMANN, R., SCHMID, A., SCHNEIDER, E., WITSCHI, U. & WÜST, R. (2008): Handbuch Projektmanagement. 2. Auflage. Springer Verlag, Berlin Heidelberg

## **L**

- LEEB, R. (2015A): Prozesse genau beschreiben und effizient managen, damit die Reorganisation nachhaltig wirkt. In: Straße und Verkehr 03/2015
- LEEB, R. (2015B): Mit vereinfachten Strukturen in die Zukunft. In: Straße und Verkehr 05/2015
- LEHNER-LIERZ, U. (2001): Qualitätssicherung für den Radverkehr. In: Bracher, T., Dziekan, K., Gies, J., Holzapfel, H., Huber, F., Kiepe, F., Reutter, U., Saary, K. & Schwedes, O. [Hrsg.]: Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung, Ordner 2, Kap. 3.2.8.4, 30. Ergänzungs-Lieferung 12/01. Herbert Wichmann Verlag, Berlin Offenbach
- LEONHARDT, S., GERTZ, C., HABERER, T., & MAILER, M. (2009): Monitoring in der Verkehrsentwicklungsplanung. Schlüsselgrößen und Prozessgestaltung. In: Internationales Verkehrswesen 1+2/2009, S. 19-25

## **M**

- MACDONALD, D., YEW, C., ARNOLD, R., BAXTER, J., HALVORSON, R., KASSOFF, H., MEYER, M., PHILMUS, K., PRICE, J., ROSE, D., WALTON, M. & WHITE, W. (2004): Transportation Performance Measures in Australia, Canada, Japan, and New Zealand. Publication No FHWA-PL-05-001. Washington, D.C.
- MAERSCHALK, G. (2015): Aufgabenorientierte und ganzheitliche Ermittlung des Erhaltungsbedarfs. In: Straße und Autobahn 03/2015, S. 181-192
- MAERSCHALK, G., KRAUSE, G., SOCINA, M., KÖHLER, M. & STÖCKNER, M. (2013): Daten und Methoden für ein systematisches Erhaltungsmanagement innerörtlicher Straßen. Reihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 1079. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven
- MAIER, F. (2014): Als dem Verkehr ein Licht aufging. <http://www.sueddeutsche.de/auto/jahre-elektrische-ampel-lichtzeichen-der-zeit-1.2076843>, Zugriff am 18.12.2015
- MAIER, R., ENKE, M. & SCHMOTZ, M. (2008): Abschalten von Lichtsignalanlagen. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 02/2008, S. 66-73
- MALORNY, C. & KASSEBOHM, K. (1994): Brennpunkt TQM. Rechtliche Anforderungen, Führung und Organisation, Auditierung und Zertifizierung nach DIN ISO 9000 ff.. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart
- MCGEE, H., MORIARTY, K., ECCLES, K., LIU, M., GATES, T. & RETTING, R. (2012): Guidelines for Timing Yellow and All-Red Intervals at Signalized Intersections. National Cooperative Highway Research Program 03-95, NCHRP Report 409, Washington D.C.
- MEFFERT, H. & BRUHN, M. (2012): Dienstleistungsmarketing - Grundlagen - Konzepte - Methoden. 7. Auflage. Gabler Verlag, Wiesbaden
- MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS AND COMMUNICATIONS - MIC (2014): Statistical Handbook of Japan 2014. <http://www.stat.go.jp/english/data/handbook/pdf/2014all.pdf>, Zugriff am 03.07.2015
- MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS AND COMMUNICATIONS - MIC (2015): Japan Statistical Yearbook 2015. Chapter Transport and Tourism. <http://www.stat.go.jp/english/data/nenkan/index.htm>, Zugriff am 03.07.2015

- 
- MINISTRY OF LAND, INFRASTRUCTURE, TRANSPORT AND TOURISM - MLIT (2014):** Roads in Japan. [http://www.mlit.go.jp/road/road\\_e/pdf/ROAD2014web.pdf](http://www.mlit.go.jp/road/road_e/pdf/ROAD2014web.pdf), Zugriff 03.07.2015
- MINISTRY OF LAND, INFRASTRUCTURE, TRANSPORT AND TOURISM - MLIT (2015):** Homepage von MLIT. <http://www.mlit.go.jp/en/index.html>, Zugriff 03.07.2015
- MOLENAAR, K. R. & NAVARRO, D. (2011):** Key Performance Indicators in Highway Design and Construction. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No 2228, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., S. 51-58
- MONASH UNIVERSITY (2003):** Traffic engineering and management. Vol. 2, Monash University, Institute of Transport Studies, Clayton, Vic.
- MORITZ, A. (2004):** Qualitätsmanagementsysteme in der öffentlichen Verwaltung. In: Straße und Autobahn 12/2004, S. 716-720
- MÜLLER, D. (2001):** Ein neuer Stellenwert für die Unfallkommission. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 02/2001, S. 63-67
- MÜLLER, E. (2014):** Qualitätsmanagement für Unternehmer und Führungskräfte - Was Entscheider wissen sollten. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- MUÑOZURI, J., LARRAÑETA, J., ONIEVA, L. & CORTÉS, P. (2005):** Solutions applicable by local administrations for urban logistics improvement. Cities, 22, 1, S. 15-28

## **N**

- NAGASHIMA, Y., HATTORI, O. & KOBAYASHI, M. (2014):** Improvement of Traffic Signal Control Using Probe Data. In: Sei Technical Review, No. 78, April 2014, S. 44-47
- NAKAMURA, H. & DURTH, W. (1996):** Zur Entwicklung des Straßenwesens in Japan und in Deutschland. In: Straßenverkehrstechnik 03/1996, S. 103-112
- NATIONAL HIGHWAY INSTITUTE - NHI (2015):** Performance Management of Traffic Signal Systems. [http://www.nhi.fhwa.dot.gov/training/course\\_search.aspx?sf=0&course\\_no=133124](http://www.nhi.fhwa.dot.gov/training/course_search.aspx?sf=0&course_no=133124), Zugriff am 19.12.2015
- NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION - NHTSA (2015):** Homepage von NHTSA. <http://www.nhtsa.gov/>, Zugriff am 18.06.2015
- NATIONAL POLICE AGENCY - NPA (2015):** Police of Japan 2015. <http://www.npa.go.jp/english/kokusai/2015POJcontents.htm>, Zugriff am 14.12.2015
- NATIONAL TRANSPORTATION OPERATIONS COALITION - NTOC (2012):** 2012 National Traffic Signal Report Card - Technical Report. <http://library.ite.org/pub/e265477a-2354-d714-5147-870dfac0e294>, Zugriff am 17.12.2015
- NEBL, T. (2007):** Produktionswirtschaft. 6. Auflage. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München
- NEELY, A., MILLS, J., GREGORY, M. J. & PLATTS, K. W. (1995):** Performance measurement system design - a literature review and research agenda. In: International Journal of Operations & Production Management, Nr. 4, 15. Jahrgang
- NEUMANN, T. (2014):** Qualitätsmodellierung und -bewertung im Verkehr mittels eines probabilistischen Rahmenkonzepts. In: Straßenverkehrstechnik 07/2014, S. 450-457
- NEUMANN, T. & WAGNER, P. (2012):** Rückstaulängenschätzung mit Floating-Car-Daten für das Qualitätsmanagement an Lichtsignalanlagen. In: Straßenverkehrstechnik 06/2012, S. 353-360
- NEUMANN, T., DALAFF, C. & NIEBEL, W. (2014):** Was ist eigentlich Qualität? - Versuch einer begrifflichen Konsolidierung und Systematik im Verkehrsmanagement. In: Straßenverkehrstechnik 09/2014, S. 601-606
- NEW SOUTH WALES GOVERNMENT - NSW GOVERNMENT (2011):** SCATS - Sydney Coordinated Adaptive Traffic System. [http://www.qtcts.com.au/media/512152-RTA532\\_SCATS\\_A4\\_Product\\_Brochure\\_07.pdf](http://www.qtcts.com.au/media/512152-RTA532_SCATS_A4_Product_Brochure_07.pdf), Zugriff am 09.12.2015

- NIEBRÜGGE, L. (2014):** Neue Erkenntnisse zu den Anforderungen an Streustoffe und Qualitätssicherung bei den Streugeräten. In: Straßenverkehrstechnik 08/2014, S. 535-543
- NIELSEN, S.-M. (2015):** Expertengespräch geführt am 05.06.2015 bei der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Köln
- NIPPEL, H. (1995):** Qualitätsmanagement in der Logistik. In: Becker, W. & Weber, J. [Hrsg.]: Unternehmensführung & Controlling. Gabler Verlag, Deutscher UniversitätsVerlag, Wiesbaden
- NISHIO, T., TSUKADA, Y., OBA, T. & OHNO, M. (2006):** Outcome Oriented Performance Management of Road Administration in Japan. In: Proceedings of TRB 85th Annual Meeting. Washington, D.C.
- NOLL, B. & ALBRECHT, H. (2010):** Die durchgängige Planungs- und Versorgungskette für Lichtsignalanlagen. In: Straßenverkehrstechnik 12/2010, S. 753-760
- NORKAUER, A. (2008):** Praktische Umsetzung eines Winterdienst-Management-Systems. In: Straßenverkehrstechnik 01/2008, S. 24-32
- NOVOTNY, T. (2004):** Maßnahmen zur Reduktion des Unfallgeschehens an Lichtsignalanlagen. In: Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen. Zukunftswerkstatt Darmstädter Dialog, Symposium in Zusammenarbeit mit dem Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung und der Technischen Universität Darmstadt, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik
- NUGENT, B., MORRIS, P. & RYAN, A. (2011):** Austroads National Performance Indicators. <http://international.fhwa.dot.gov/pubs/pl11024/pl11024.pdf>, Zugriff am 10.06.2015

## O

- OFFICE OF MANAGEMENT AND BUDGET, EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT - OMB (2015):** Circular No. A-11 - Preparation, Submission, and Execution of the Budget. [https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/assets/a11\\_current\\_year/a11\\_2015.pdf](https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/assets/a11_current_year/a11_2015.pdf), Zugriff am 02.07.2015
- ORTLEPP, J. (2010):** Betriebszeiten und Sicherheit von Lichtsignalanlagen. In: Straßenverkehrstechnik 12/2010, S. 778-783

## P

- PAUEN-HÖPPNER, G., GIEBEL, A., HÖPPNER, M. & KÖNIG, M. (2010):** Beleuchtung und Verkehrssicherheit - Ein Konzept für die öffentliche Beleuchtung in Berlin. <http://www.fgsberlin.de/projekt-verkehrsforschung-einzelansicht/verkehrsforschung-beleuchtung-und-sicherheit>, Zugriff am 29.10.2015
- PAVEL, G. (1960):** Einheitliche Signalgeber für die Regelung des Fußgängerverkehrs. In: Straßenverkehrstechnik 07/1960, S. 63ff.
- PAVEL, G. (1964):** Verkehrssignalanlagen in Amerika. In: Straßenverkehrstechnik 09/1964, S. 69-74
- PERSONENBEFÖRDERUNGSGESETZ - PBefG:** Ausfertigungsdatum 21.03.1961, letzte Änderung am 07.08.2013
- PFEIFER, T. (2001):** Qualitätsmanagement, Strategien, Methoden, Techniken. 3. Auflage. Carl Hanser Verlag, München Wien
- PFEIFER, T. & SCHMITT, R. (2007):** Masing - Handbuch Qualitätsmanagement. Carl Hanser Verlag, München Wien
- PFEIFFER, I., KLEPEL, M., BAUMANN, R., SCHWERIN, W., RICHTER, J. & WOLF, P. (2010):** Die Verkehrssicherheitsinspektion - ein Verfahren zur Erhöhung der Sicherheit vorhandener Verkehrsanlagen. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 03/2010, S. 138-142
- PFITZINGER, E. (2010):** Qualitätsmanagement nach DIN EN ISO 9000 ff. in Dienstleistungsunternehmen. 3. Auflage. Beuth, Berlin
- PITZINGER, P. (1995A):** Nutzen einer Lichtsignalanlagen. Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement, Bundesamt für Strassenbau, Bern

- PFITZINGER, P. (1995B):** Phasentrennung bei Lichtsignalanlagen. Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement, Bundesamt für Strassenbau, Bern
- PITZINGER, P. (1998):** Lichtsignalanlagen - Abnahme, Betrieb, Wartung. Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Strassenbau, Bern
- PFOHL, H.-C., ELBERT, R., GALLUS, P. & GOMM, M. (2006):** CargoScoreCard. In: Thema Forschung, Heft 2, S 96-100
- PFOHL, H.-C. & RÖTH, C. (2009):** Performance on the Last Mile - An Integrated Network-Based Approach for Improved Quality in Urban Commercial Transport". In: High-Performance Logistics - Methods and Technologies. Operations and Technology Management (12). Erich Schmidt Verlag, Berlin, S. 55-66
- PFOHL, H.-C. & RÖTH, C. (2011):** Integriertes Qualitätsmanagement für den städtischen Wirtschaftsverkehr. In: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft 01/2011, S. 48-89
- PIECHOTTA, B. (2008):** PsyQM - Qualitätsmanagement für psychotherapeutische Praxen. Springer Medizin Verlag, Heidelberg
- POISTER, T. H. (2005):** State of the Practice of Performance Measurement. In: Performance Measures to Improve Transportation Systems. Summary of the Second National Conference. Transportation Research Board Conference Proceedings 36, Washington, D.C.
- PÖPPING, U., POLLACK, N., WIRTZLAT, H. & HAGEDORN, R. (2013):** Belastung und Beanspruchung im Straßenbetriebsdienst. In: Straße und Autobahn 01/2013, S. 14-18

## **R**

- RADICKE, E. (1963):** Programme und Programmwechsel bei elektrisch gesteuerten Verkehrssignalen. In: Straße und Autobahn 10/1963, S. 395-399
- RADTKE, P. & WILMES, D. (2002):** European Quality Award. Carl Hanser Verlag, München Wien
- RAMSEYER, A. (1955):** Systematische Unfallauswertung als Grundlage zur Vornahme verkehrsverbessernder Maßnahmen. In: Straße und Autobahn 11/1955, S. 387-393
- REIßIGER, W., VOIGT, T. & SCHMITT, R. (2007):** Six Sigma. In: Pfeifer, T. & Schmitt, R. [Hrsg.]: Masing Handbuch Qualitätsmanagement. 6. Auflage. Carl Hanser Verlag, München Wien
- RETHAGE, H. & BALLMANN, H. (2010):** Steuerung des Straßenbetriebsdienstes beim Landesbetrieb Mobilität (LBM) in Rheinland-Pfalz. In: Straße und Autobahn 08/2010, S. 559-565
- RETZKO, H.-G. (1966):** Die Gelblichtproblematik an Lichtsignalanlagen im Straßenverkehr - im Zusammenhang betrachtet. In: Straßenverkehrstechnik 03/04/1966, S. 38-46
- RETZKO, H.-G. (1990):** Neue Ansätze zur Verbesserung des Stadtverkehrs - Was hat Bestand?. In: Straßenverkehrstechnik 02/1990, S. 45-49
- REUßWIG, A. (2005):** Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen. Schriftenreihe des Instituts für Verkehr, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Darmstadt, V16. Darmstadt
- RICHTER, T. (1993):** Untersuchungen zur Ermittlung von Unfallursachen an Knotenpunkten nach der Grundform IV ohne Lichtsignalanlage. In: Straßenverkehrstechnik 06/1993, S. 292-299
- ROAD AND TRANSPORT AUTHORITY - RTA (2008):** Traffic Signal Design. <http://www.rms.nsw.gov.au/business-industry/partners-suppliers/guidelines/complementary-traffic-material/traffic-signal-design.html>, Zugriff am 09.12.2015
- ROHDE, J., FRIEDRICH, B. & SCHÜLER, T. (2008):** Emissions- und Kraftstoffreduzierung im Stadtverkehr durch Versatzzeitoptimierung. In: Tagungsbericht zur HEUREKA '08 - Optimierung in Verkehr und Transport (Stuttgart, 05./06. März 2008). CD [Hrsg.] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

- ROHLOFF, M. (2002):** Planerische Voraussetzungen. In: Freigabe von Seitenstreifen an Bundesautobahnen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Unterreihe Verkehrstechnik, Heft V94, Bergisch Gladbach
- ROSSMANN, A. (2012):** Praktische Erfahrungen mit Winterdienst-Management-Systemen in Bayern. In: Straße und Autobahn 03/2012, S. 175-178
- ROTHLAUF, J. (2010):** Total Quality Management in Theorie und Praxis: Zum ganzheitlichen Unternehmensverständnis. Oldenbourg Verlag, München
- RÜBENSAM, J., SCHWIETHAL, S. & MAERSCHALK, G. (2010):** Erarbeitung eines Prototypen eines technisch-wirtschaftlichen Kostenminimierungsmoduls für das Erhaltungsmanagement (PMS). Reihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 1028. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven
- RÜSCH, W. (1975):** Berechnung von Lichtsignalanlagen. In: Strasse und Verkehr 03/1975, S. 106-110

## **S**

- SAKAKIBARA, H., USAMI, T., ITAKURA, S. & TAJIMA, T. (1999):** MODERATO (Management by Origin-DEstination Related Adaptation for Traffic Optimization). In: Proceedings of International Conference on Intelligent Transportation Systems, S. 38-43
- SANTA, C., KATHS, J., MATHIAS, P. & SCHENDZIELORZ, T. (2014):** Potenziale kooperativer Lichtsignalsteuerung zur Steigerung der Verkehrseffizienz und -sicherheit. In: Straßenverkehrstechnik 10/2014, S. 676-683
- SCHÄFER, K. H. (2005):** Qualitätsziele und Indikatoren für eine nachhaltige Mobilität - Anwenderleitfaden. [Hrsg.] Umweltbundesamt Dessau. Berlin
- SCHLABBACH, K. & KÖSTER, J. (2004):** Betriebszeiten und Qualität von Lichtsignalanlagen. In: Straßenverkehrstechnik 09/2004, S. 465-469
- SCHMITT, R. & PFEIFER, T. (2010):** Qualitätsmanagement: Strategien - Methoden - Techniken. 4. Auflage. Carl Hanser Verlag, München Wien
- SCHMUCK, A. (1987):** Straßenerhaltung mit System - Grundlagen des Managements. Kirschbaum Verlag, Bonn
- SCHNECK, O. (2011):** Lexikon der Betriebswirtschaft. 3500 grundlegende und aktuelle Begriffe für Studium und Beruf. 8. Auflage. Deutscher Taschenbuch Verlag, München
- SCHNEIDER, D. (2008):** Entwicklung eines Konzeptes für ein integriertes Qualitätsmanagement in der öffentlichen Verwaltung für den Bereich des innerstädtischen Wirtschaftsverkehrs. Studienarbeit am Fachgebiet Unternehmensführung und Logistik, Technische Universität Darmstadt.
- SCHNIEDER, E. & DREWES, J. (2008):** Merkmale und Kenngrößen zur Bemessung der Verkehrssicherheit. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 03/2008, S. 117-123
- SCHREYER, M. (2007):** Entwicklung und Implementierung von Performance Measurement Systemen. 1. Auflage. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden
- SCHRÖDER, G. (2014):** Erhaltungsplanung für den Bundesverkehrswegeplan. In: Straße und Autobahn 07/2014, S. 511-517
- SCHULT, R. & FROESE, W.-R. (1995):** Modernisierung von Lichtsignalanlagen zur Umweltverbesserung. In: Straßenverkehrstechnik 03/1995, S. 112-114
- SCHWEDES, O. (2013):** Möglichkeiten und Grenzen kommunaler Verkehrspolitik. In: Bracher, T., Dzikkan, K., Gies, J., Holzapfel, H., Huber, F., Kiepe, F., Reutter, U., Saary, K. & Schwedes, O. [Hrsg.]: Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung, Ordner 2, Kap. 3.1.2.1, 68. Ergänzungs-Lieferung 12/13. Herbert Wichmann Verlag, Berlin Offenbach
- SCHWEIGL, A., DÜSTERWALD, M., REUßWIG, A. & BOLTZE, M. (2012):** Qualitätsanalysen im laufenden Betrieb von Lichtsignalanlagen. In: Straßenverkehrstechnik 04/2012, S. 217-224



- SCHWEIZERISCHER VERBAND DER STRAßEN- UND VERKEHRSFACHLEUTE - VSS (2014A):** VSS-Richtlinie - Bedürfnisnachweis für die Redaktion und die Revision von Normen. [http://www.vss.ch/fileadmin/redacteur/Alle\\_Files/Kommissionen/Kommissionen\\_VSS-Richtlinie\\_Bed%C3%BCrfnisnachweis\\_Normen\\_d-f\\_2014\\_05\\_07.pdf](http://www.vss.ch/fileadmin/redacteur/Alle_Files/Kommissionen/Kommissionen_VSS-Richtlinie_Bed%C3%BCrfnisnachweis_Normen_d-f_2014_05_07.pdf), Zugriff am 03.07.2015
- SCHWEIZERISCHER VERBAND DER STRAßEN- UND VERKEHRSFACHLEUTE - VSS (2014B):** Geschäftsbericht 2014. [http://www.vss.ch/fileadmin/redacteur/e-paper\\_VSS/Geschaeftsbericht\\_2014/epaper/ausgabe.pdf?rnd=55127619d8e08](http://www.vss.ch/fileadmin/redacteur/e-paper_VSS/Geschaeftsbericht_2014/epaper/ausgabe.pdf?rnd=55127619d8e08), Zugriff am 17.06.2015
- SCHWEIZERISCHER VERBAND DER STRAßEN- UND VERKEHRSFACHLEUTE - VSS (2014C):** VSS-Richtlinie - Qualitätsnachweis für Normen. [http://www.vss.ch/fileadmin/redacteur/Alle\\_Files/Kommissionen/Kommissionen\\_VSS-Richtlinie\\_Qualit%C3%A4tsnachweis\\_Normen\\_d-f\\_2014\\_05.07.pdf](http://www.vss.ch/fileadmin/redacteur/Alle_Files/Kommissionen/Kommissionen_VSS-Richtlinie_Qualit%C3%A4tsnachweis_Normen_d-f_2014_05.07.pdf), Zugriff am 03.07.2015
- SCHWEIZERISCHER VERBAND DER STRAßEN- UND VERKEHRSFACHLEUTE - VSS (2015):** Porträt des VSS. [http://www.vss.ch/fileadmin/redacteur/e-paper\\_VSS/Portraet/epaper/ausgabe.pdf?rnd=537dc0dc7aff8](http://www.vss.ch/fileadmin/redacteur/e-paper_VSS/Portraet/epaper/ausgabe.pdf?rnd=537dc0dc7aff8), Zugriff am 17.06.2015
- SEGHEZZI, H. D., FAHRNI, F. & FRIEDLI, T. (2013):** Integriertes Qualitätsmanagement: Der St. Galler Ansatz. 4. Auflage. Carl Hanser Verlag, München Wien
- SEYFFERT, S. (2001):** Optimierungspotenzial im Lebenszyklus eines Gebäudes. Entwicklung und Nachweis eines Modells zur Anwendung der Radio-Frequenz-Identifikation im Bauwesen. 1. Auflage. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden
- SHAW, T. (2003):** Performance Measures of Operational Effectiveness for Highway Segments and Systems. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Synthesis of Highway Practice 311. National Academy Press, Washington D.C.
- SIEGER, V., HINTZKE, A., RAU, A. & ECKES, S. (2008):** Handbuch Barrierefreie Verkehrsraumgestaltung. [Hrsg.] Sozialverband VdK Deutschland e. V., Bonn
- SN 640829a:2006-02:** Strassensignale - Signalisation Langsamverkehr. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Zürich
- SN 640023a:2007-12:** Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit - Knoten mit Lichtsignalanlagen. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Zürich
- SN 640832:1992-05:** Lichtsignalanlagen - Kopfnorm. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Zürich
- SN 640833:1996-05:** Lichtsignalanlagen - Nutzen. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Zürich
- SN 640834:1996-05:** Lichtsignalanlagen - Phasentrennung - Einschließlich Beilage. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Zürich
- SN 640836:1994-03:** Gestaltung der Signalgeber. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Zürich
- SN 640836-1:2000-05:** Lichtsignalanlagen - Signale für Sehbehinderte. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Zürich
- SN 640837:2015-03:** Lichtsignalanlagen - Übergangszeiten und Mindestzeiten. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Zürich
- SN 640838:1992-05:** Lichtsignalanlagen - Zwischenzeiten. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Zürich
- SN 640842-1:2015-03:** Lichtsignalanlagen - Inbetriebnahme und Betrieb. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Zürich
- SN 640852:2005-05:** Markierungen für blinde und sehbehinderte Fußgänger. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Zürich
- SPAHN, V. (2012):** Standardisierte Wirksamkeitsanalyse von Abhilfemaßnahmen an Unfallhäufungen auf Außerortsstraßen. In: Straßenverkehrstechnik 05/2012, S. 298-304

- STADT BASEL (2015):** Pilotversuch velofreundliche Lichtsignalanlagen. [http://skm-cvm.ch/cmsfiles/150608\\_factsheet\\_rechtsabbiegen\\_bs.pdf](http://skm-cvm.ch/cmsfiles/150608_factsheet_rechtsabbiegen_bs.pdf), Zugriff am 19.12.2015
- STAHR, M. (2011):** Bausanierung. Erkennen und Beheben von Bauschäden. 5. Auflage. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden
- STATISTA (2013):** <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/1856/umfrage/laenge-der-groessten-strassennetze/>, Zugriff am 10.06.2015
- STAUSS, B. (1994):** Qualitätsmanagement und Zertifizierung: Von DIN ISO 9000 zum Total Quality Management. Gabler Verlag, Wiesbaden
- STAUSS, B. & SEIDEL, W. (2007):** Beschwerdemanagement. Unzufriedene Kunden als profitable Zielgruppe. 4. Auflage. Carl Hanser Verlag, München Wien
- STEINER, W., WERDIN, H., HILLER, B., BURNAND, J., BRUGNOLI, G. & KROEN, A. (2010):** Entwurfsgrundlagen für Lichtsignalanlagen und Leitfaden. Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Strassenbau, Bern
- STEINMANN, H., SCHREYÖGG, G. & KOCH, J. (2013):** Management: Grundlagen der Unternehmensführung. Konzepte - Funktionen - Fallstudien. 7. Auflage. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden
- STOCKMANN, R. (2002):** Qualitätsmanagement und Evaluation - Konkurrierende oder sich ergänzende Konzepte?. Centrum für Evaluation, Universität des Saarlandes. CEval-Arbeitspapiere Nr. 3. Saarbrücken
- STÖCKNER, M., GERDES, A. & SCHWOTZER, M. (2013):** Neue Ansätze für ein Lebenszyklusmanagement der Straßeninfrastruktur. In: Straße und Autobahn 06/2013, S. 421-428
- STÖLZLE, W. (2010):** Qualitätsmanagement. In: Stölzle, W. & Fagagnini, H. P. [Hrsg.]: Güterverkehr kompakt. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, München
- STRACK, H. & KÖTTER, T. (1994):** Straßen- und Wegenetze. In: Steierwald, G. & Künne, H.-D. [Hrsg.]: Stadtverkehrsplanung - Grundlagen Methoden - Ziele. Springer Verlag, Berlin Heidelberg
- STRAßMANN, B. (2014):** Ampel - Die Autorität. Geliebt und respektiert, verflucht und attackiert: Die Ampel wird 100 Jahre alt. <http://www.zeit.de/2014/32/ampel-geburtstag-100>, aufgerufen am 11.05.2015
- STRAUBE, E. & KRASS, K. (2009):** Straßenbau und Straßenerhaltung - Ein Handbuch für Studium und Praxis. 9. Auflage. Erich Schmidt Verlag, Berlin

## T

- TAN, D. M. (2012):** Development of a microscopic traffic simulation model for safety assessment of signalized intersections. Dissertation, Department of Civil Engineering, Nagoya University, Japan
- TAN, D. M., ALHAJYASEEN, W. K. M., ASANO, M. & NAKAMURA, H. (2012):** A Microscopic Traffic Simulation Model for Safety Assessment at Signalized Intersections. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Issue No 2316, S. 122-131
- TANAKA, H. (2006):** Current State of Performance Measurement Systems in Japan: Are They Properly Functioning? Präsentation auf der Konferenz der European Group of Public Administration (EGPA): Utilisation and non-utilisation of public sector performance information: In search of real evidence. 6. bis 9. September 2006. Milan, Italien
- TANG, K. (2008):** A Study on the Evaluation of Group-Based Signal Control Policy for Signalized Intersections. Dissertation, Department of Civil Engineering, Nagoya University, Japan
- TANG, K. & NAKAMURA, H. (2007):** A Comparative Study on Traffic Characteristics and Driver Behavior at Signalised Intersections in Germany and Japan. In: Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 7, 2007, S. 2470-2485

- TANG, K. & NAKAMURA, H. (2009):** Safety Evaluation for Intergreen Intervals at Signalized Intersections Based on Probabilistic Method. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Issue No 2128, S. 226-235
- TANG, K., KUWAHARA, M. & TANAKA, S. (2011):** Design of Intergreen Times based on Safety Reliability. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Issue No 2259, S. 213-222
- TARNOFF, P. J. (2004):** Traffic Signal Clearance Intervals. In: ITE Journal 04/2004, S. 20-24
- TAVASLI, S. (2007):** Six Signal Performance Measurement System. Prozesscontrolling als Instrumentarium der modernen Unternehmensführung. Dissertation an der Technischen Universität Berlin. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden
- TERABE, S. (2013):** Japanese Experience with Performance-based Management. In: Transportation Research Board - TRB [Hrsg.]: Performance Measurement of Transportation Systems - Summary of the fourth international Conference. Conference Proceedings 49. Washington, D.C.
- THALLER, C. (2013):** Verkehrspolitik. In: Clausen, U. & Geiger, C. [Hrsg.]: Verkehrs- und Transportlogistik. 2. Auflage. Springer Verlag, Berlin Heidelberg
- TILLOTSON, H. T. (1975):** Delays caused by traffic signal failures. In: Traffic Engineering & Control 10/1975, S. 420-422
- TOPP, H. (2014):** Straßenraumgestaltung für die alternde Gesellschaft. In: Straßenverkehrstechnik 06/2014, S. 385-393.
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD - TRB (2010):** Highway Capacity Manual (HCM). Washington, D. C.
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD - TRB (2011):** State DOT Public Transportation Performance Measures: State of the Practice and Future Needs. Research Results Digest 361, Washington, D. C.

## U

- UNDERWOOD, R. T. (1990):** The Development of Traffic Engineering in Australia. In: ITE Journal Volume 60, No. 9, 1990. S. 15-19
- UNITED NATIONS DOCUMENTS - UN DOC. (1963):** Declaration of Legal Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space vom 13. Dezember 1963. UN Doc. A/RES/1962 (XVIII)
- UNITED NATIONS - UN (2002):** United Nations Treaties and Principles on Outer Space. United Nations Publication. <http://www.unoosa.org/pdf/publications/STSPACE11E.pdf>, Zugriff am 14.04.2015
- UNITED STATES CENSUS BUREAU (2015):** <http://www.census.gov/>, Zugriff am 18.06.2015
- UNITED STATES DEPARTMENT OF TRANSPORTATION - U.S. DOT (2013A):** National Transportation Statistics. [http://www.rita.dot.gov/bts/sites/rita.dot.gov.bts/files/publications/national\\_transportation\\_statistics/html/table\\_01\\_40.html](http://www.rita.dot.gov/bts/sites/rita.dot.gov.bts/files/publications/national_transportation_statistics/html/table_01_40.html), Zugriff am 11.01.2015
- UNITED STATES DEPARTMENT OF TRANSPORTATION - U.S. DOT (2013B):** Transportation Statistics Annual Report 2013. [http://www.rita.dot.gov/bts/sites/rita.dot.gov.bts/files/TSAR\\_2013.pdf](http://www.rita.dot.gov/bts/sites/rita.dot.gov.bts/files/TSAR_2013.pdf), Zugriff am 19.12.2015
- UNITED STATES DEPARTMENT OF TRANSPORTATION - U.S. DOT (2014A):** Department of Transportation FY 2014 Performance Report and FY 2016 Performance Plan. [http://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/Performance\\_Report\\_FY\\_2014\\_0.pdf](http://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/Performance_Report_FY_2014_0.pdf), Zugriff am 19.12.2015
- UNITED STATES DEPARTMENT OF TRANSPORTATION - U.S. DOT (2014B):** Transportation for a new Generation - Strategic Plan, Fiscal Years 2014-18. [http://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/2014-2018-strategic-plan\\_0.pdf](http://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/2014-2018-strategic-plan_0.pdf), Zugriff am 19.12.2015

- 
- UNITED STATES DEPARTMENT OF TRANSPORTATION - U.S. DOT (2015A):** Homepage des U.S. DOT.  
<http://www.transportation.gov/>, Zugriff am 18.06.2015
- UNITED STATES DEPARTMENT OF TRANSPORTATION - U.S. DOT (2015B):** National Transportation Statistics 2015. [http://www.rita.dot.gov/bts/sites/rita.dot.gov/bts/files/NTS\\_Entire\\_15Q1.pdf](http://www.rita.dot.gov/bts/sites/rita.dot.gov/bts/files/NTS_Entire_15Q1.pdf),  
Zugriff am 19.12.2015
- UNIVERSAL TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM SOCIETY OF JAPAN - UTMS SOCIETY (2015):** Homepage  
<http://www.utms.or.jp/english/index.html>, Zugriff am 14.12.2015

## **V**

- VAHRENKAMP, R. (2008):** Produktionsmanagement. 6. Auflage. Oldenbourg Verlag, München
- VAN DER BORGHT, R. (1913):** Das Verkehrswesen. Wissenschaftliche Volksbücher für Schule und Haus. Hrg.: Fritz Hansberg. Hamburg, Berlin
- VERGABE- UND VERTRAGSORDNUNG FÜR BAULEISTUNGEN - VOB (2012):** Teil A - Allgemeine Bestimmungen für die Vergabe von Bauleistungen § 7 Absatz 1 Satz 1. [Hrsg.] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich, Ausgabe 2012
- VOIGHT, F. (1973):** Verkehr. 1. Band, 1. Hälfte: Die Theorie der Verkehrswirtschaft. Duncker & Humblot, Berlin
- VOLLPRACHT, H.-J. (2013):** Der Systemansatz zur Verkehrssicherheit in Deutschland. In: Straßenverkehrstechnik 01/2013, S.10-18

## **W**

- WAGNER, K. (2014):** Ausgestaltung von QM-Systemen auf Basis der ISO-9000-Reihe. In: Pfeifer, T. & Schmitt, R. [Hrsg.]: Masing Handbuch Qualitätsmanagement. 6. Auflage. Carl Hanser Verlag, München Wien
- WALTER, H. (1995):** Qualitätsmanagement im Planungsprozess. In: Beratende Ingenieure, Heft 05/1995, S. 54 -57
- WASHINGTON STATE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION - WSDOT (2015):** The GrayNotebook, May 2015. <http://wsdot.wa.gov/publications/fulltext/graynotebook/Mar15.pdf>
- WEBER, R. (2009):** Sicherheitsmanagement der Straßeninfrastruktur. Vorschlag der Europäischen Kommission für eine Direktive angenommen. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 01/2009, S. 3-8
- WELLER, G., STRAUZENBERG, N., HERLE, M., SCHLAG, B. & RICHTER, S. (2014):** Accident patterns and prospects for maintaining the safety of older drivers. [Hrsg.] Eugen-Otto-Butz-Stiftung. TÜV Media, Köln
- WENNICK, A. (2011):** Performance Management Practices and Methodologies for Setting Safety Performance Targets Task B-1 - Literature Review. FHWA SA-14-007. Washington, D. C. [http://safety.fhwa.dot.gov/hsip/tpm/docs/literature\\_review.pdf](http://safety.fhwa.dot.gov/hsip/tpm/docs/literature_review.pdf)
- WETTSTEIN, T. (2002):** Gesamtheitliches Performance Measurement - Vorgehensmodell und informationstechnische Ausgestaltung. Dissertation an der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg in der Schweiz. Freiburg (Schweiz)
- WILDEMANN, H. (2010):** Total Quality Management: Vorgehen und Fallstudien zur Steigerung der Unternehmensqualität. München
- WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT BEIM BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2010):** Sicherheit zuerst - Möglichkeiten zur Erhöhung der Straßenverkehrssicherheit in Deutschland. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 04/2010, S.171-194
- WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT BEIM BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013):** Qualitätsverbesserung im Straßenverkehr - Impulse für ein koordiniertes Qualitätsmanagement. In: Straßenverkehrstechnik 11/2013. S. 689-698

- 
- WORLD BANK (2015):** Homepage von Worldbank.  
<http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>, Zugriff am 10.06.2015
- WU, N. (1996):** Rückstaulängen an Lichtsignalanlagen unter verschiedenen Verkehrsbedingungen.  
In: Straßenverkehrstechnik 05/1996, S. 226-234

## Y

- YAMASHIRO, Z., SAKAKIBARA, H. & MASHIYAMA, Y. (O.J.):** Priority Control in Japan, National Police Agency. [http://www.signalsystems.org.vt.edu/documents/Attach/I10\\_Mashiyama\\_Japan.pdf](http://www.signalsystems.org.vt.edu/documents/Attach/I10_Mashiyama_Japan.pdf), Zugriff am 14.12.2015
- YUE, W. L., ZHANG, W. & BOURKE, P. M. (1999):** The Use of Intelligent Transport Systems in South Australia. In: Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 2, September 1999, S. 341-352

## Z

- ZECH, R. (2015):** Qualitätsmanagement und gute Arbeit. Grundlagen einer gelingenden Qualitätsentwicklung für Einsteiger und Skeptiker. Springer Fachmedien, Wiesbaden
- ZELL, M. (2008):** Kosten- und Performance Management. Grundlagen - Instrumente - Fachstudien. 1. Auflage. Gabler, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden
- ZOLLONDZ, H.-D. (2006):** Grundlagen Qualitätsmanagement: Einführung in Geschichte, Begriffe, Systeme und Konzepte. 2. Auflage. Oldenbourg Verlag, München, Wien
- ZOLLONDZ, H.-D. (2014):** Die Entwicklung des Qualitätsmanagements im 20. und 21. Jahrhundert. In: Pfeifer, T. & Schmitt, R. [Hrsg.]: Masing Handbuch Qualitätsmanagement. 6. Auflage. Carl Hanser Verlag, München Wien

---

## Abbildungsverzeichnis

---

|               |   |    |
|---------------|---|----|
| Abbildung 1:  | Aufbau der Arbeit.....  | 4  |
| Abbildung 2:  | Elemente des Qualitätsmanagements.....  | 9  |
| Abbildung 3:  | Definition eines Prozesses (Quelle: BECKER, 2001) .....   | 11 |
| Abbildung 4:  | Definition der übergeordneten Ergebniskategorien (Quelle: Grundlage DIN EN ISO 9000:2015-11, angelehnt an GEIGER & KOTTE, 2008) ..... | 12 |
| Abbildung 5:  | Phasen eines Lebenszyklus eines Produkts und einer Dienstleistung .....   | 13 |
| Abbildung 6:  | Entwicklung des Qualitätsmanagements (Quelle: BRÜGGEMANN & BREMER, 2012) .  | 16 |
| Abbildung 7:  | Deming-Zyklus („PDCA-Circle“) (Quelle: KAMISKE & BRAUER, 2011).....   | 17 |
| Abbildung 8:  | EFQM-Modell (Quelle: SEGHEZZI ET AL., 2013) .....   | 21 |
| Abbildung 9:  | Abgrenzung des Technischen Regelwerks der FGSV nach den verschiedenen Verkehrsmedien .....  | 29 |
| Abbildung 10: | Akteure im Straßen- und Verkehrswesen aus Sicht des Qualitätsmanagements (in Anlehnung an BOLTZE & JENTSCH, 2010) .....               | 31 |
| Abbildung 11: | Grundlegende Ziele bzw. Anforderungen der Akteure an das Verkehrssystem (in Anlehnung an JENTSCH, 2009) .....                         | 33 |
| Abbildung 12: | Nutzen eines Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen.....  | 34 |
| Abbildung 13: | Produkte, Dienstleistungen und Lebensphasen des Qualitätsmanagements im Verkehr (in Anlehnung an JENTSCH, 2009) .....                 | 41 |
| Abbildung 14: | Auswertung zum Umsetzungsstand des Qualitätsmanagements im Technischen Regelwerk (Quelle: BOLTZE ET AL., 2014A).....                  | 46 |
| Abbildung 15: | Modell des integriertes Qualitätsmanagements für den städtischen Wirtschaftsverkehr (Quelle: PFOHL & RÖTH, 2011) .....                | 50 |
| Abbildung 16: | Management-Kreis (MAERSCHALK ET AL., 2013).....   | 51 |
| Abbildung 17: | Allgemeiner Verfahrensablauf bei der Qualitätsprüfung von einzelnen Lichtsignalanlagen (Quelle: REUßWIG, 2005) .....                  | 58 |
| Abbildung 18: | PDCA-Zyklus mit Beteiligung der Bürger in Japan (Quelle: in Anlehnung an MLIT, 2014) .....  | 63 |
| Abbildung 19: | Konzept des Performance Managements (Quelle: CAMBRIDGE SYSTEMATICS & HIGH STREET CONSULTING GROUP, 2010B) .....                       | 70 |
| Abbildung 20: | Konzept des Performance-based planning and programmings (Quelle: GRANT ET AL., 2013) .....  | 72 |
| Abbildung 21: | Ausschnitt des Dashboards des Idaho DOT, Stand April 2016 (Quelle: ITD, 2016)   | 75 |
| Abbildung 22: | Zusammenhang von Erhaltungs- und Qualitätsmanagement (Quelle: GRAHL, 2008) .....  | 79 |
| Abbildung 23: | Regional Traffic Signal Management and Operation Program Framework (Quelle: KOONCE ET AL., 2009) .....                                | 81 |
| Abbildung 24: | Zuständigkeitenpyramide der Entwicklung und Umsetzung eines Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen.....                   | 85 |

|               |  |     |
|---------------|--|-----|
| Abbildung 25: | Gegenüberstellung der Verfahrensziele und Grundsätze des Qualitätsmanagements nach DIN EN ISO 9000:2015-11 .....                     | 90  |
| Abbildung 26: | Aufgaben zur Umsetzung des Qualitätsmanagements (Quelle: BOLTZE ET AL., 2014A; BOLTZE ET AL., 2014B) .....                           | 93  |
| Abbildung 27: | Genereller Zusammenhang zwischen den Modularten (angelehnt an BOLTZE ET AL., 2014A) .....  | 99  |
| Abbildung 28: | Matrixstruktur zur Einordnung des Technischen Regelwerks (in Anlehnung an BOLTZE ET AL., 2014A) .....                                | 105 |
| Abbildung 29: | Zuordnung der Regelwerke und Wissensdokumente des Technischen Regelwerks der FGSV zu Ergebnissen und Lebensphasen (Ausschnitt) ..... | 106 |
| Abbildung 30: | Grundmodule des Straßen- und Verkehrswesens (Ausschnitt) .....   | 108 |
| Abbildung 31: | Grundmodule im QM-Leitfaden für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung  | 110 |
| Abbildung 32: | Zusammenstellung möglicher übergeordneter Module (in Anlehnung an JENTSCH, 2009) .....   | 111 |
| Abbildung 33: | Übergeordnetes Modul „QM Verkehrssicherheit“ in der Lebensphase Betrieb .....  | 112 |
| Abbildung 34: | Übergeordnetes Modul „QM Mobilitätseingeschränkte“ in der Straßenraumgestaltung .....  | 115 |
| Abbildung 35: | Beispielhafte Darstellung der Wechselwirkungen zwischen Modulen innerhalb einer Lebensphase .....                                    | 116 |
| Abbildung 36: | Anwendungsbereich des Technischen Regelwerks der FGSV hinsichtlich der behandelten Lebensphasen (nach FGSV, 2011A) .....             | 119 |
| Abbildung 37: | Gegenüberstellung der Inhalte des Technischen Regelwerks und der QM-Leitfäden .....  | 123 |
| Abbildung 38: | Struktur der QM-Leitfäden .....  | 128 |

---

## Tabellenverzeichnis

---

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Tabelle 1:  | Auswahl an Definitionen des Performance Measurements .....  | 20  |
| Tabelle 2:  | Arbeitsgruppen der FGSV (Quelle: FGSV, 1974; FGSV, 1990; FGSV, 2014A) .....   | 28  |
| Tabelle 3:  | Definition der Qualitätsmanagementelemente (in Anlehnung an DIN EN ISO 9000:2015-11 und FGSV, 2007) .....   | 36  |
| Tabelle 4:  | Ergebnisse im Straßen- und Verkehrswesen .....  | 39  |
| Tabelle 5:  | Zusammenfassende Auswertung der qualitätsbezogenen Aussagen für die Produkte Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung .....                             | 55  |
| Tabelle 6:  | Auflistung der Kategorien und der dazugehörigen Schlüsselkenngroße gemäß Austroads (Quelle: AUSTROADS - NPI, 2015).....                                   | 61  |
| Tabelle 7:  | Auflistung der Zielbereiche und der dazugehörigen Performance-Kenngrößen im japanischen Verkehrssektor (Quelle: CAMBRIDGE SYSTEMATICS ET AL., 2010) ..... | 64  |
| Tabelle 8:  | Fachkommissionen des Schweizerischen Verbandes der Straßen- und Verkehrsfachleute (VSS, Quelle: VSS, 2014B) .....   | 67  |
| Tabelle 9:  | Gremien der American Association of State Highway and Transportation Officials (Quelle: AASHTO, 2015) .....   | 69  |
| Tabelle 10: | Beispiele für Performance-Kenngrößen (Quelle: CAMBRIDGE SYSTEMATICS, 2000) .....  | 73  |
| Tabelle 11: | Zuständigkeiten, deren übergeordnete Aufgabe sowie formulierte Vorgaben bei der Umsetzung eines umfassenden Qualitätsmanagements .....                    | 89  |
| Tabelle 12: | Dokumentationsstruktur des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen .....   | 96  |
| Tabelle 13: | Anzahl der zugeordneten Regelwerke und Wissensdokumenten des Technischen Regelwerks der jeweiligen FGSV-Gremien.....                                      | 104 |
| Tabelle 14: | Grundfunktionen barrierefreier Räume (Quelle: FGSV, 2011B) .....  | 114 |
| Tabelle 15: | Systematik des Technischen Regelwerks der FGSV (Beschreibung der Kategorien in Anlehnung an FGSV, 2015c) .....  | 119 |
| Tabelle 16: | Vorschlag für eine Generalgliederung des Technischen Regelwerks der FGSV .....  | 120 |
| Tabelle 17: | Inhaltliche Abgrenzung der Inhalte eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen.....  | 122 |
| Tabelle 18: | Vorschlag für neue Systematik des Technischen Regelwerks der FGSV (Beschreibung der Kategorien R und W in Anlehnung an FGSV, 2015c) .....                 | 124 |
| Tabelle 19: | Zuordnung der Anforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem zu den Inhalten der QM-Leitfäden.....  | 126 |
| Tabelle 20: | Inhaltspunkte der QM-Leitfäden.....   | 129 |



---

## Abkürzungsverzeichnis

---

|                 |   |
|-----------------|---|
| AASHTO          | American Association of State Highway and Transportation Officials        |
| ASTRA           | Bundesamt für Straßen   |
| BASt            | Bundesanstalt für Straßenwesen  |
| BauGB           | Baugesetzbuch   |
| BAV             | Bundesamt für Verkehr   |
| BMVI            | Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur                  |
| CO <sub>2</sub> | Kohlendioxid  |
| DGQ             | Deutsche Gesellschaft für Qualität  |
| DOT             | Department of Transportation  |
| EFQM            | European Foundation for Quality Management                                |
| FGSV            | Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen                     |
| FHWA            | Federal Highway Administration  |
| HOAI            | Honorarordnung für Architekten und Ingenieure                             |
| HPMS            | Highway Performance Monitoring System                                     |
| MLIT            | Ministry of Land, Infrastructure, Transportation and Tourism              |
| NHTSA           | National Highway Traffic Safety Administration                            |
| NO <sub>2</sub> | Stickstoffdioxid  |
| PBefG           | Personenbeförderungsgesetz  |
| PDCA            | Plan-Do-Check-Act   |
| RTA             | Road and Traffic Authority  |
| QM              | Qualitätsmanagement   |
| UVEK            | Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation |
| VSS             | Verband der Straßen- und Verkehrsfachleute                                |
| ZIV             | Zentrum für Integrierte Verkehrssysteme                                   |

---

## Anlagen

---

siehe beigefügte CD

---

In der Schriftenreihe des Instituts für Verkehr an der Technischen Universität Darmstadt sind bisher folgende Hefte erschienen:

Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik (ISSN 1613-8317):

- |     |  |
|-----|--|
| V1  | G. Faust<br>Entwurf und Bau von stark überhöhten Fahrbahnen<br>1999  |
| V2  | C. Korda<br>Quantifizierung von Kriterien für die Bewertung der Verkehrssicherheit mit Hilfe digitalisierter Videobeobachtungen<br>1999  |
| V3  | State of the Art of Research, Development and Application of Intelligent Transport Systems (ITS)<br>in Urban Areas<br>Proceedings of the Japanese-German Symposium, April 27, 2001 |
| V4  | Verkehrssystem auf dem Weg zur freien Marktwirtschaft<br>Vorträge im Rahmen des Kolloquiums im Verkehrswesen am 11.06.2001   |
| V5  | V. Blees, M. Boltze, G. Specht<br>Chancen und Probleme der Anwendung von Qualitätsmanagement in Verkehrsplanungsprozessen<br>2002  |
| V6  | C. Lotz<br>Ermittlung von Detektorstandorten für den Straßenverkehr innerorts<br>2002  |
| V7  | N. Desiderio<br>Requirements of Users and Operators on the Design and Operation of Intermodal Interchanges<br>2002   |
| V8  | S. Hollborn<br>Intelligent Transport Systems (ITS) in Japan<br>2002  |
| V9  | M. Boltze, G. Specht, D. Friedrich, A. Figur<br>Grundlagen für die Beeinflussung des individuellen Verkehrsmittelwahlverhaltens durch Direktmarketing<br>2002                      |
| V10 | M. Boltze, A. Reußwig<br>First Review of Available Data: Modal Split in Different Countries<br>2000  |
| V11 | P. Schäfer<br>Bürgerinformation, ein wichtiges Element der Bürgerbeteiligung<br>2003   |
-

---

|     |  |
|-----|--|
| V12 | M. Boltze<br>Fachgebietsbericht - September 1997 bis Dezember 2002<br>2003                                     |
| V13 | R. Stephan<br>Einsatzbereiche von Knotenpunkten mit der Regelungsart "rechts vor links"<br>2003                |
| V14 | V. Blees<br>Qualitätsmanagement in Verkehrsplanungsprozessen<br>2004   |
| V15 | P. Schäfer<br>Alternative Methoden zur Überwachung der Parkdauer sowie zur Zahlung der<br>Parkgebühren<br>2004 |
| V16 | A. Reußwig<br>Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen<br>2005   |
| V17 | P. Pujinda<br>Planning of land-use developments and transport systems in airport regions<br>2006               |
| V18 | M. Bohlinger<br>Grundlagen, Methodik und Verfahren der Verkehrsmanagementplanung<br>2006                       |
| V19 | V. H. Khuat<br>Traffic Management in Motorcycle Dependent Cities<br>2006                                       |
| V20 | St. Krampe<br>Nutzung von Floating Traveller Data (FTD) für mobile Lotsendienste im Verkehr<br>2007            |
| V21 | A. Minhans<br>Traffic Management Strategies in Cases of Disasters<br>2008                                      |
| V22 | N. Roth<br>Wirkungen des Mobility Pricing<br>2009  |
| V23 | Q.C. Do<br>Traffic Signals in Motorcycle Dependent Cities<br>2009  |
| V24 | A. Wolfermann<br>Influence of Intergreen Times on the Capacity of Signalised Intersections<br>2009             |
| V25 | H. Jentsch<br>Konzeption eines integrierten Qualitätsmanagements für den Stadtverkehr<br>2009                  |

---

---

|     |  |
|-----|--|
| V26 | Y. Ni<br>Pedestrian Safety at Urban Signalised Intersections<br>2009   |
| V27 | W. Kittler<br>Beeinflussung der Zeitwahl von ÖPNV-Nutzern<br>2010  |
| V28 | S. Kohoutek<br>Quantifizierung der Wirkungen des Straßenverkehrs auf Partikel- und Stickoxid-<br>Immissionen<br>2010   |
| V29 | V. N. Nguyen<br>Bus Prioritisation in Motorcycle Dependent Cities<br>2013  |
| V30 | P. Krüger<br>Methodische und konzeptionelle Hinweise zur Entwicklung einer IVS-<br>Rahmenarchitektur für Deutschland<br>2013                                   |
| V31 | M. N. An<br>Quality Management for Public Transport in Motorcycle Dependent Cities<br>2015   |
| V32 | St. Groer<br>Klimaschutzaktivitäten deutscher Städte im Verkehrssektor – Eine vergleichende<br>Fallstudie zu lokalen Einflussfaktoren und Motivationen<br>2015 |
| V33 | L. Fornauf<br>Entwicklung einer Methodik zur Bewertung von Strategien für das dynamische<br>Straßenverkehrsmanagement<br>2015                                  |
| V34 | O. Dieleman<br>Hinweise für die Entwicklung von Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden<br>Dringlichkeitsbewertung von Straßenbaumaßnahmen<br>2016            |
| V35 | J. Rausch<br>Empfehlungen zur Umsetzung des Qualitätsmanagements im Straßen- und<br>Verkehrswesen<br>2016  |

---

---

# **Empfehlungen zur Umsetzung des Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen**

**- Ergänzende Anlagen -**

---

M.Sc. Jessica Rausch (geb. Balluff)

---



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

---



---

## Inhaltsverzeichnis

---

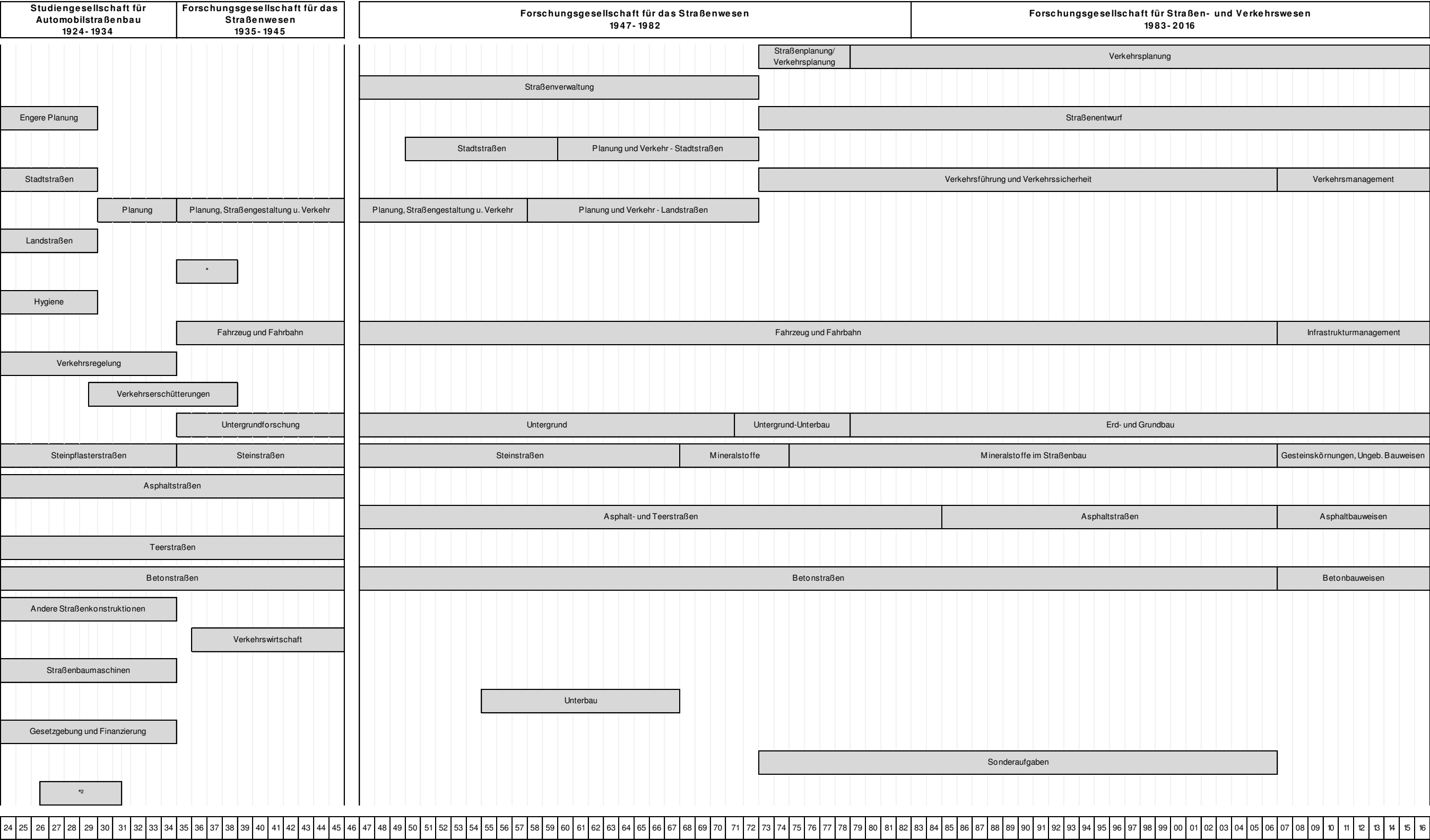
|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Organisation der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) .....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1. Entwicklung der Arbeitsgruppenstruktur seit 1924.....   | 1         |
| 1.2. Aktuelle Organisation der FGSV (Stand: 2015) .....  | 2         |
| <b>2. Einordnung des Technischen Regelwerks der FGSV .....</b>   | <b>3</b>  |
| 2.1. Auswertung nach Verkehrsobjekten .....  | 3         |
| 2.2. Auswertung nach Verkehrsmedien .....  | 5         |
| <b>3. Definition der Ergebnisse im Straßen- und Verkehrswesen .....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>4. Auswertung des Technischen Regelwerks bzgl. der Produkte Lichtsignalanlage und<br/>Lichtsignalsteuerung.....</b>               | <b>10</b> |
| 4.1. Auflistung der ausgewerteten R- und W-Dokumente .....   | 10        |
| 4.2. Auswertung nach Lebensphasen .....  | 11        |
| 4.2.1. Lebensphase Rahmen- und Detailplanung.....  | 11        |
| 4.2.2. Lebensphase Bauvorbereitung und -durchführung .....   | 12        |
| 4.2.3. Lebensphase Betrieb .....   | 13        |
| 4.2.4. Lebensphase Erhaltung .....   | 14        |
| <b>5. Modularisierung des Straßen- und Verkehrswesens .....</b>  | <b>15</b> |
| 5.1. Zuordnung der Regelwerke und Wissensdokumente der FGSV zu Ergebnissen und<br>Lebensphasen .....                                 | 15        |
| 5.2. Abgrenzung der Grundmodule im Straßen- und Verkehrswesen .....  | 23        |
| <b>6. Zuordnung des Technischen Regelwerks zu Generalgliederung .....</b>  | <b>27</b> |
| 6.1. Zuordnung von ausgewählten R1-Regelwerken.....  | 27        |
| 6.2. Zuordnung von ausgewählten R2-Regelwerken.....  | 33        |
| 6.3. Zuordnung von ausgewählten W1-Wissensdokumenten.....  | 38        |
| 6.4. Zuordnung von ausgewählten W2-Wissensdokumenten.....  | 42        |
| <b>7. Inhaltliche Abgrenzung zwischen Technischem Regelwerk und QM-Leitfaden.....</b>  | <b>45</b> |
| 7.1. Zuordnung von ausgewählten R1-Regelwerken.....  | 45        |
| 7.2. Zuordnung von ausgewählten R2-Regelwerken.....  | 48        |
| 7.3. Zuordnung von ausgewählten W1-Wissensdokumenten.....  | 49        |
| 7.4. Zuordnung von ausgewählten W2-Wissensdokumenten.....  | 51        |
| <b>8. Entwurf eines Musterleitfadens des Qualitätsmanagements.....</b>   | <b>52</b> |
| <b>9. Entwicklung eines Leitfadens des Qualitätsmanagements für Lichtsignalanlagen und<br/>Lichtsignalsteuerung im Betrieb .....</b> | <b>85</b> |



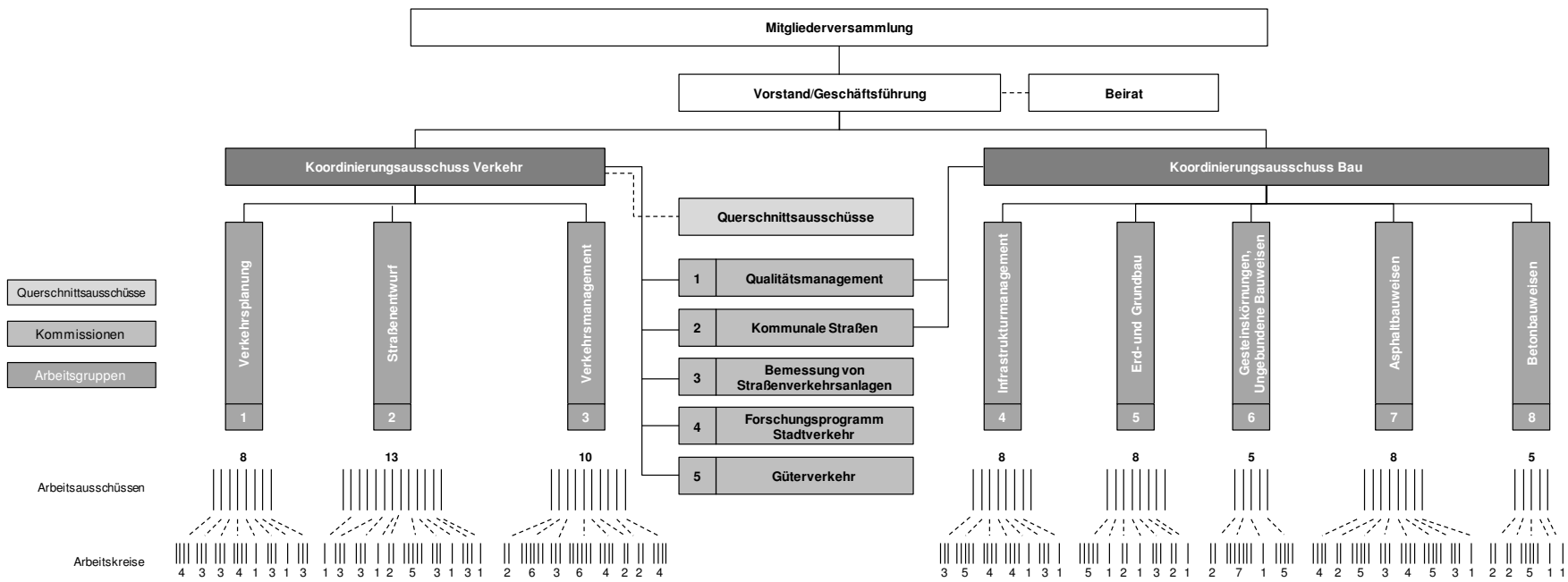


1. Organisation der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV)

1.1. Entwicklung der Arbeitsgruppenstruktur seit 1924



\* Landschaftsgestaltung  
\*2 Wissenschaftliche und praktische Straßenbauforschung



## 1.2. Aktuelle Organisation der FGSV (Stand: 2015)

## 2. Einordnung des Technischen Regelwerks der FGSV

### 2.1. Auswertung nach Verkehrsobjekten

|  |     | Verkehrsobjekt [Anzahl der Dokumente] |       |                |         |         |                  |
|--|-----|---------------------------------------|-------|----------------|---------|---------|------------------|
|  |     | Personen                              | Güter |                |         |         | Nach-<br>richten |
| Gremium  | Art |                                       | Waren | Dienstleistung | Kapital | Energie |                  |
| AG 1<br>Verkehrsplanung                                | R1  | 1                                     | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
|  | R2  | 1                                     | 0     | 1              | 0       | 0       | 0                |
|  | W1  | 36                                    | 2     | 7              | 0       | 0       | 0                |
|  | W2  | 14                                    | 1     | 1              | 0       | 0       | 0                |
| AG 2<br>Straßenentwurf                                 | R1  | 15                                    | 0     | 1              | 0       | 0       | 0                |
|  | R2  | 25                                    | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
|  | W1  | 20                                    | 1     | 0              | 0       | 0       | 0                |
|  | W2  | 3                                     | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
| AG 3<br>Verkehrsmanagement                             | R1  | 35                                    | 0     | 1              | 0       | 0       | 0                |
|  | R2  | 12                                    | 0     | 2              | 0       | 0       | 0                |
|  | W1  | 31                                    | 0     | 2              | 0       | 0       | 0                |
|  | W2  | 1                                     | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
| AG 4<br>Infrastruktur-<br>management                   | R1  | 11                                    | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
|  | R2  | 8                                     | 0     | 2              | 0       | 0       | 0                |
|  | W1  | 6                                     | 0     | 3              | 0       | 0       | 0                |
|  | W2  | 26                                    | 0     | 1              | 0       | 0       | 0                |
| AG 5<br>Erd- und Grundbau                              | R1  | 21                                    | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
|  | R2  | 22                                    | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
|  | W1  | 6                                     | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
|  | W2  | 1                                     | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
| AG 6<br>Gesteinskörnungen,<br>Ungebundene<br>Bauweisen | R1  | 14                                    | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
|  | R2  | 14                                    | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
|  | W1  | 0                                     | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
|  | W2  | 3                                     | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
| AG 7<br>Asphaltbauweisen                               | R1  | 32                                    | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
|  | R2  | 18                                    | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
|  | W1  | 19                                    | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
|  | W2  | 8                                     | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
| AG 8<br>Betonbauweisen                                 | R1  | 11                                    | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
|  | R2  | 12                                    | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
|  | W1  | 0                                     | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
|  | W2  | 1                                     | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
| Querschnittsaufgaben                                   | R1  | 4                                     | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
|  | R2  | 10                                    | 0     | 8              | 0       | 0       | 0                |
|  | W1  | 10                                    | 0     | 1              | 0       | 0       | 0                |
|  | W2  | 2                                     | 0     | 0              | 0       | 0       | 0                |
| Summe  |     | 453                                   | 4     | 30             | 0       | 0       | 0                |

---

Die Auswertung nach den Verkehrsobjekten wurde basierend auf dem Stand des Technischen Regelwerks der FGSV von August 2015 durchgeführt.

## 2.2. Auswertung nach Verkehrsmedien

|  |     | Verkehrsmedium [Anzahl der Dokumente] |               |                |          |          |
|--|-----|---------------------------------------|---------------|----------------|----------|----------|
|  |     | Land                                  |               |                | Wasser   | Luft     |
| Gremium  | Art | Straße                                | Schiene (Nah) | Schiene (Fern) |          |          |
| AG 1<br>Verkehrsplanung                                | R1  | 1                                     | 1             | 0              | 0        | 0        |
|  | R2  | 2                                     | 1             | 0              | 0        | 0        |
|  | W1  | 39                                    | 19            | 0              | 0        | 0        |
|  | W2  | 15                                    | 5             | 1              | 0        | 0        |
| AG 2<br>Straßenentwurf                                 | R1  | 16                                    | 0             | 0              | 0        | 0        |
|  | R2  | 24                                    | 2             | 0              | 0        | 0        |
|  | W1  | 19                                    | 3             | 1              | 0        | 0        |
|  | W2  | 3                                     | 0             | 0              | 0        | 0        |
| AG 3<br>Verkehrsmanagement                             | R1  | 37                                    | 3             | 0              | 0        | 0        |
|  | R2  | 14                                    | 1             | 0              | 0        | 0        |
|  | W1  | 33                                    | 8             | 0              | 0        | 0        |
|  | W2  | 1                                     | 0             | 0              | 0        | 0        |
| AG 4<br>Infrastrukturmanagement                        | R1  | 11                                    | 0             | 0              | 0        | 0        |
|  | R2  | 9                                     | 0             | 0              | 0        | 1        |
|  | W1  | 9                                     | 0             | 0              | 0        | 0        |
|  | W2  | 27                                    | 0             | 0              | 0        | 0        |
| AG 5<br>Erd- und Grundbau                              | R1  | 21                                    | 0             | 0              | 0        | 0        |
|  | R2  | 22                                    | 0             | 0              | 0        | 0        |
|  | W1  | 6                                     | 0             | 0              | 0        | 0        |
|  | W2  | 1                                     | 0             | 0              | 0        | 0        |
| AG 6<br>Gesteinskörnungen,<br>Ungebundene<br>Bauweisen | R1  | 14                                    | 0             | 0              | 0        | 0        |
|  | R2  | 14                                    | 0             | 0              | 0        | 0        |
|  | W1  | 0                                     | 0             | 0              | 0        | 0        |
|  | W2  | 3                                     | 0             | 0              | 0        | 0        |
| AG 7<br>Asphaltbauweisen                               | R1  | 32                                    | 0             | 0              | 0        | 0        |
|  | R2  | 18                                    | 0             | 0              | 0        | 0        |
|  | W1  | 19                                    | 0             | 0              | 0        | 0        |
|  | W2  | 8                                     | 0             | 0              | 0        | 0        |
| AG 8<br>Betonbauweisen                                 | R1  | 10                                    | 0             | 0              | 0        | 0        |
|  | R2  | 12                                    | 0             | 0              | 0        | 0        |
|  | W1  | 0                                     | 0             | 0              | 0        | 0        |
|  | W2  | 1                                     | 0             | 0              | 0        | 0        |
| Querschnittsaufgaben                                   | R1  | 5                                     | 0             | 0              | 0        | 0        |
|  | R2  | 15                                    | 1             | 0              | 0        | 3        |
|  | W1  | 12                                    | 0             | 0              | 0        | 0        |
|  | W2  | 2                                     | 0             | 0              | 0        | 0        |
| <b>Summe</b>   |     | <b>475</b>                            | <b>44</b>     | <b>2</b>       | <b>0</b> | <b>4</b> |

Die Auswertung nach den Verkehrsmedien wurde basierend auf dem Stand des Technischen Regelwerks der FGSV von August 2015 durchgeführt.

### 3. Definition der Ergebnisse im Straßen- und Verkehrswesen

| Ergebnis-<br>kategorie | Ergebnis  |   | Definition  |
|------------------------|---|---|---|
| Hardware               | Netz-<br>gestaltung                               | Verkehrswegenetz                            | System von Verkehrswegen einschließlich ihrer Knotenpunkte. (FGSV, 2012A)   |
|                        | Straßen/<br>Wege                                  | Verkehrsfläche innerorts                    | Fläche innerhalb einer geschlossenen Ortslage, die dem Verkehr dient oder zu dienen bestimmt ist. (angelehnt an FGSV, 2012A)  |
|                        |   | Verkehrsfläche außerorts                    | Fläche außerhalb einer geschlossenen Ortslage, die dem Verkehr dient oder zu dienen bestimmt ist. (angelehnt an FGSV, 2012A)<br>Autobahnen werden als separates Produkt betrachtet.                     |
|                        |   | Autobahn                                    | Grundsätzlich dem Kraftfahrzeugverkehr vorbehaltene anbaufreie Straße mit mehrstreifigen Richtungsfahrbahnen und ausschließlich planfreien oder teilplanfreien Knotenpunkten. (FGSV, 2012A)             |
|                        |   | Knotenpunkt                                 | Bauliche Anlage, die der Verknüpfung von Verkehrswegen dient. (FGSV, 2012A)   |
|                        |   | Rastanlage/<br>Parkraum                     | Rastanlage: Anlage zum Halten, Parken oder Rasten für Verkehrs-<br>teilnehmer mit unmittelbarem Anschluss zur Straße.<br>Parkraum: Summe der Parkflächen innerhalb eines bestimmten<br>Gebiets. (2012A) |
|                        | Verkehrs-<br>bauwerke<br>(Ingenieur-<br>bauwerke) | Brücken                                     | Bauwerk, das einen Verkehrsweg o. Ä. über ein natürliches oder künstliches Hindernis führt. (BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT, O.J.)  |
|                        |   | Stützbauwerke                               | Stützkörper: Ein in den Boden eingebrachter Körper aus Material mit besonders hoher Scherfestigkeit und hohem Verformungswiderstand zur Erhöhung der Standsicherheit. (FGSV, 2003A)                     |
|                        |   | Tunnel                                      | unterirdisches röhrenförmiges Bauwerk, besonders als Verkehrsweg durch einen Berg, unter einem Gewässer hindurch o. Ä. (BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT, O.J.)   |
|                        |   | Lärmschutzwände                             | Aktiver Lärmschutz in Form einer freistehenden, wandartigen Abschirmung. (FGSV, 2012A)  |
|                        | Befestigung                                       | Böschungen/ Wälle                           | Natürlich entstandene oder künstlich angelegte geneigte Geländefläche. (FGSV, 2003A)  |
|                        |   | Unterbau                                    | Künstlich hergestellter Erdkörper zwischen Untergrund und Oberbau. (FGSV, 2003A)  |
|                        |   | ungebundene Schichten des Oberbaus          | Befestigung von Verkehrsflächen, bestehend aus einer oder mehreren ungebundenen Tragschichten sowie der Frostschutzschicht. (angelehnt an FGSV, 2003A)  |
|                        |   | hydraulisch gebundene Tragschichten         | Schicht des Oberbaues, bestehend aus ungebrochenen und/oder gebrochenen Gesteinskörnungen und hydraulischen Bindemitteln (Abkürzung HGT). (FGSV, 2003A)   |
|                        |   | bituminös gebundene Schichten (außer Decke) | Mit bituminösen Bindemitteln im Heißeinbau hergestellte Tragschicht aus Mineralstoffgemischen. (FGSV, 2003A)  |
|                        |   | Decken aus Asphalt                          | Asphaltbinderschicht und darüber liegende Asphaltdeckschicht oder nur Asphaltdeckschicht. (FGSV, 2003A)   |
|                        |   | Decken aus Beton                            | Decke aus Beton, die sowohl die Funktion der Decke als auch ganz oder teilweise die der Tragschicht übernimmt. (FGSV, 2003A)  |
|                        |   | Pflasterdecken                              | Decke aus Pflaster einschließlich Bettung und Fugenfüllung. (FGSV, 2003A)   |
|                        |   | Ländliche Wege                              | Oberbegriff für landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Wege. (FGSV, 2003A)  |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Ergebnis-<br>kategorie | Ergebnis          |  | Definition   |
|------------------------|-------------------|--|--|
| Hardware               | Befestigung       | befestigter Seiten-<br>raum/ Bankett         | Unmittelbar neben der Fahrbahn oder dem befestigten Seitenstreifen<br>liegender Teil der Straße. (FGSV, 2003A)   |
|                        |                   | Aufgrabungen                                 | Aufnehmen des Straßenoberbaues, Ausheben meist von Untergrund-<br>bzw. Unterbaumaterial (z. B. zur Ver- oder Freilegung von Leitungen).<br>Wiederverfüllen bis zum Planum und Wiederherstellen des Oberbaues.<br>Auch Bezeichnung für den betroffenen Bereich des Straßenkörpers.<br>(FGSV, 2003A)                           |
|                        |                   | Brückenbeläge                                | Schichtkombination, bestehend aus Abdichtung, bei Betonbrücken ggf.<br>Zwischenschicht und Deckschicht, die auf Brücken bei<br>kraftschlüssigem Schichtenverbund die Aufgaben der Fahrbahndecke<br>übernimmt und die Brückenfahrbahntafel vor Oberflächenwasser<br>schützt. (FGSV, 2003A)                                    |
|                        | Ent-<br>wässerung | Straßenraum<br>(oberirdisch)                 | Straßenraum: Dreidimensionaler Bereich über Fahrbahnen und<br>Seitenräumen einer Straße zwischen angrenzenden Grundstücken.<br>(FGSV, 2012A)   |
|                        |                   | Ver- und<br>Entsorgung<br>(unterirdisch)     | Versorgungsanlage: Anlage zur Erzeugung, Speicherung und<br>Zuführung von Elektrizität, Wärme, Wasser oder Gas oder zur<br>Zuführung der Telekommunikation. (FGSV, 2012A)  |
|                        |                   | Sickeranlagen,<br>Rückhaltebecken            | Sickeranlage: Bauliche Anlage zum Sammeln und Weiterleiten von<br>ungebundenem Wasser aus dem Boden bzw. Oberbau.;<br>Regenrückhaltebecken: Natürliches oder künstliches Becken in einem<br>Entwässerungssystem zur vorübergehenden Aufnahme und<br>allmählichen Abgabe von Regenwasser an einen Vorfluter. (FGSV,<br>2012A) |
|                        | Vegetation        | Rasenflächen                                 | Dichte, fest verwachsene Pflanzendecke aus Gräsern und Kräutern.<br>(FGSV, 2003A)  |
|                        |                   | Gehölze                                      | Mehrjährige Pflanze mit verholzenden oberirdischen Trieben; Gruppe<br>von Bäumen und Sträuchern im Sinne von Feldgehölz, Ufergehölz<br>usw. (FGSV, 2003A)  |
|                        |                   | Bäume  | Gehölzart, die einen Stamm und eine Baumkrone entwickeln.<br>(FGSV, 2003A)   |
|                        | Ausstattung       | Verkehrszeichen<br>und -anlage<br>(Regelung) | An der Straße in Form von Schildern aufgestellte oder auf der<br>Fahrbahn markierte Symbole, Schriften oder Linien zur Ordnung und<br>Sicherung des Verkehrs. (angelehnt an FGSV, 2012)  |
|                        |                   | Verkehrszeichen<br>und -anlage<br>(Lenkung)  | An der Straße in Form von Schildern aufgestellte oder auf der<br>Fahrbahn markierte Symbole, Schriften oder Linien zur Führung der<br>Fahrzeugströme. (angelehnt an FGSV, 2012A)   |
|                        |                   | Lichtsignalanlage                            | Kombination von Lichtsignalgebern und erforderlichen<br>Betriebseinrichtungen zur Steuerung des Verkehrsablaufs. (FGSV,<br>2012A)  |
|                        |                   | Fahrbahn-<br>markierung                      | Auf der Fahrbahn in Form von Linien, Symbolen oder Schriften aus<br>Markierungsstoffen oder Markierungsknöpfen gebildete<br>Verkehrszeichen oder Hinweise zur Ordnung und Führung des<br>Verkehrs. (FGSV, 2012A)   |
|                        |                   | Detektor                                     | Einrichtung zur Erfassung der Anwesenheit von Fahrzeugen oder<br>Fußgängern sowie des Bewegungsverhaltens, der Abmessungen oder<br>der Arten von Fahrzeugen. (FGSV, 2012A)   |
|                        |                   | Information/<br>Werbung                      | Informations- bzw. Werbetafel am Straßenrand, auf der Informationen<br>zu etwas Bestimmtem gegeben werden (angelehnt an<br>BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT, O.J.)   |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)



(Fortsetzung)

| Ergebnis-kategorie | Ergebnis                |                             | Definition  |
|--------------------|-------------------------|-----------------------------|---|
| Hardware           | Ausstattung             | Fahrzeug-Rückhaltesysteme   | An Straßen errichtete Schutzeinrichtung, die von der Fahrbahn abkommende Fahrzeuge aufhalten oder umlenken soll. (FGSV, 2012A)  |
|                    |                         | Querungshilfe für Tiere     | Querungsstelle über bzw. unter Straßen/Wege zur Vernetzung von Lebensräumen und für spezielle Tierarten. (angelehnt an FGSV, 2008A)   |
|                    |                         | Haltestelle                 | Gekennzeichneter Ort des öffentlichen Personenverkehrs zum Ein- und Aussteigen. (FGSV, 2012A)   |
|                    |                         | Beleuchtung                 | Ortsfeste Beleuchtung von Verkehrsflächen für den Fahrzeug- und Fußgängerverkehr. (FGSV, 2012A)   |
| Software           | Verkehrs-konzept        | Verkehrskonzept             | Konzept für Pflege und Ausbau des Verkehrs (BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT, O.J.) sowie Maßnahmen und Hilfsmittel in Entscheidungsprozessen (z. B. Modellierung).   |
|                    | Betriebs-konzept        | Strategie-management        | Auswahl, Abstimmung, Aktivierung, Überwachung und Aufhebung vorab entwickelter Verkehrsmanagementstrategien. (FGSV, 2011D)  |
|                    |                         | Fahrplan                    | Festgelegte zeitliche Ordnung des Fahrbetriebes. (FGSV, 2012A)  |
|                    |                         | Tarif                       | Festgesetzter Preis; Entgelt, Gebühr für etwas (z. B. für die Inanspruchnahme von Dienstleistungen). (BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT, O.J.)   |
|                    | Verkehrs-beeinflussung  | Netz-beeinflussung          | Situationsabhängige Beeinflussung des Straßenverkehrs durch kollektive Leit- und Informationssysteme, um Verkehrsströme auf weniger ausgelastete oder verträglichere Routen zu verlagern. (angelehnt an BOLTZE ET AL., 2006B)       |
|                    |                         | Strecken-beeinflussung      | Situationsabhängige Beeinflussung des Straßenverkehrs auf einem Streckenabschnitt durch kollektive Steuerungssysteme. (angelehnt an BOLTZE ET AL., 2006B)   |
|                    |                         | Knotenpunkt-beeinflussung   | Situationsabhängige Beeinflussung des Straßenverkehrs an einzelnen, planfreien Knotenpunkt durch kollektive Steuerungssysteme. (angelehnt an BOLTZE ET AL., 2006B)  |
|                    |                         | Lichtsignal-steuerung       | Beeinflussung des Verkehrsablaufs durch Lichtsignale. (FGSV, 2012A)<br>Das Produkt wird kombiniert mit dem Produkt Lichtsignalanlage betrachtet.  |
|                    | Nachfrage-beeinflussung | Mobilitäts-management       | Das Mobilitätsmanagement zielt auf eine Beeinflussung der Ortsveränderungen von Personen, ist der Nachfragebeeinflussung zuzuordnen und damit ein Teil des Verkehrsmanagements. (BOLTZE, 2013A)                                     |
|                    |                         | Transport-management        | Das Transportmanagement zielt auf eine Beeinflussung der Ortsveränderungen von Gütern, ist der Nachfragebeeinflussung zuzuordnen und damit ein Teil des Verkehrsmanagements. (BOLTZE, 2013A)  |
| Dienst-leistung    | Bauunterstützung        | Vermessung                  | Etwas genau in seinen Maßen festlegen (BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT, O.J.)  |
|                    |                         | Leistungsbeschreibung       | Eindeutige und erschöpfende Beschreibung der Leistung, so dass alle Bewerber die Beschreibung im gleichen Sinne verstehen müssen und ihre Preise sicher und ohne umfangreiche Vorarbeiten berechnen können (angelehnt an VOB, 2012) |
|                    | Datenhaltung            | Straßen-Informations-Banken | Georeferenzierte, nach Netzknotenabschnitten aufgebaute Datei mit systematischer Erfassung bestimmter Daten der Straßen. (FGSV, 2012A)  |
|                    | Sicherungsarbeiten      | Absicherung                 | Verkehrssicherung: Gesamtheit der Maßnahmen zur Gewährleistung einer sicheren Verkehrsabwicklung. (FGSV, 2012A)   |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Ergebnis-<br>kategorie | Ergebnis                        |                          | Definition  |
|------------------------|---------------------------------|--------------------------|---|
| Dienst-<br>leistung    | Verkehrs-<br>information        | Verkehrs-<br>information | Information zur Verkehrslage. (BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT, O.J.)  |
|                        | Daten-<br>erhebung              | Unfallaufnahme           | Analyse des Verkehrsgeschehens an einer Unfallstelle. (angelehnt an FGSV, 2012A)  |
|                        |                                 | Verkehrserhebung         | Gewinnung von Daten eines bestehenden Verkehrszustandes. (FGSV, 2012A)  |
|                        | Fahrgast-<br>beförderung        | Fahrgast-<br>beförderung | Beförderung von Personen mit Straßenbahnen, mit Oberleitungsbussen (Obussen) und mit Kraftfahrzeugen. (PBefG)   |
|                        | Straßen-<br>betriebs-<br>dienst | Straßenreinigung         | Gesamtheit der Maßnahmen zur Säuberung von Straßen und Schienen sowie deren Ausstattung und Nebenanlagen von Schmutz, Ablagerungen und Abfällen. (angelehnt an FGSV, 2012A)                     |
|                        |                                 | Winterdienst             | Gesamtheit der Maßnahmen des Straßenbaulastträgers zur Aufrechterhaltung und zur Erleichterung des Verkehrs sowie zur Verkehrssicherung bei winterlichen Witterungsverhältnissen. (FGSV, 2012A) |

## 4. Auswertung des Technischen Regelwerks bzgl. der Produkte Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung

### 4.1. Auflistung der ausgewerteten R- und W-Dokumente

| Herausgeber  | Nummer | Titel   |
|--|--------|---|
| Forschungs-<br>gesellschaft für<br>Straßen- und<br>Verkehrswesen | 114    | Merkblatt für Maßnahmen zur Beschleunigung des öffentlichen Personennahverkehrs mit Straßenbahnen und Bussen                |
|  | 200    | Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt)  |
|  | 201    | Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL)  |
|  | 242    | Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren   |
|  | 256    | Hinweise zur Signalisierung des Radverkehrs (HSRa)  |
|  | 284    | Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA)   |
|  | 288    | Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen (EFA)   |
|  | 289    | Empfehlungen für Anlagen des öffentlichen Personennahverkehrs (EAÖ)   |
|  | 298    | Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen (ESAS)  |
|  | 299    | Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS)   |
|  | 312    | Merkblatt über Detektoren für den Straßenverkehr  |
|  | 316/1  | Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (M Uko)  |
|  | 316/2  | Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen  |
|  | 321    | Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA)  |
|  | 321/1  | Beispielsammlung zu den Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA)  |
|  | 321/2  | Hinweise für die Lichtsignalsteuerung in Straßennetzen (H LiS)  |
|  | 321/3  | Hinweise zum Qualitätsmanagement an Lichtsignalanlagen (H QML)  |
|  | 361    | Hinweise zur Bevorrechtigung des öffentlichen Personennahverkehrs bei der Lichtsignalsteuerung                              |
|  | 368/9  | Technische Lieferbedingungen für transportable Lichtsignalanlagen   |
|  | 370    | Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA)   |
|  | 376    | Hinweise für neue Verfahren zur Verkehrsbeeinflussung auf Außerortsstraßen  |
|  | 378    | Hinweise zu Verkehrsrechnern als Bestandteil der innerörtlichen Lichtsignalsteuerung  |
|  | 389    | Merkblatt für die Durchführung von Verkehrsschauen (M DV)   |
|  | 390/2  | Merkblatt für den Unterhaltungs- und Betriebsdienst an Straßen - Teil: Reinigung von Straßen außerhalb von Ortsdurchfahrten |

4.2. Auswertung nach Lebensphasen

4.2.1. Lebensphase Rahmen- und Detailplanung

| Element des QM        | Bestandteile  | Inhalt  | Bewertung |    |    |     | Regelwerke und Wissensdokumente der FGSV  |
|-----------------------|---|---|-----------|----|----|-----|---|
|                       |   |   | IV        | ÖV | FG | Rad |   |
| Qualitätsplanung      | Definition eines <b>Leitbilds</b>                         | Definition eines Leitbilds als Rahmen für das Qualitätsmanagement     |           |    |    |     | 200, 288, 321   |
|                       | Formulierung von <b>strategischen Zielen</b>              | Ziele zu Sicherheit   |           |    |    |     | 284, 321, 321/3, 370  |
|                       |   | Ziele zu Umwelt   |           |    |    |     | 321, 321/3  |
|                       |   | Ziele zu Mobilität  |           |    |    |     | 200, 256, 284, 321, 321/2, 321/3, 370   |
|                       |   | Ziele zu Wirtschaftlichkeit   |           |    |    |     | 321, 321/2, 321/3   |
|                       |   | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 321   |
|                       | Formulierung von <b>operativen Zielen</b>                 | Ziele zu Sicherheit   |           |    |    |     |   |
|                       |   | Ziele zu Umwelt   |           |    |    |     | 321   |
|                       |   | Ziele zu Mobilität  |           |    |    |     | 321   |
|                       |   | Ziele zu Wirtschaftlichkeit   |           |    |    |     |   |
|                       | Ermittlung von <b>Kundenanforderungen</b>                 | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |   |
|                       |   | Verfahren zur Ermittlung der Kundenanforderungen                      |           |    |    |     |   |
|                       |   | Umfang der Ermittlung der Kundenanforderungen                         |           |    |    |     |   |
|                       |   | Turnus der Ermittlung der Kundenanforderungen                         |           |    |    |     |   |
|                       | Festlegung von <b>Qualitätsmerkmalen</b>                  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |   |
|                       |   | Kriterien zu Sicherheit   |           |    |    |     | 256, 298, 321   |
|                       |   | Kriterien zu Umwelt   |           |    |    |     | 321, 321/3  |
|                       |   | Kriterien zu Mobilität  |           |    |    |     | 114, 242, 256, 299, 321, 361  |
|                       |   | Kriterien zu Wirtschaftlichkeit                                       |           |    |    |     |   |
|                       | Definition von <b>Aufgaben und Kompetenzen</b>            | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 288, 321, 321/2   |
|                       |   | Art der Aufgabe bzw. Kompetenz  |           |    |    |     |   |
|                       |   | Zuordnung der Aufgabe/Kompetenz zu einer Personen bzw. Organisation   |           |    |    |     | 321   |
|                       |   | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 321   |
|                       | Beschreibung von <b>Prozessen</b>                         | Art und Umfang des Prozesses  |           |    |    |     | 114, 200, 201, 242, 256, 284, 288, 299, 321, 321/1, 321/2, 321/3, 361, 370, 378 |
|                       |   | Turnus des Prozesses  |           |    |    |     | 321   |
|                       |   | Erforderliche Eingabe/Auslöser des Prozesses                          |           |    |    |     | 200, 242, 256, 284, 288, 321, 321/1, 321/2                                      |
|                       |   | Angestrebtes Ergebnis des Prozesses                                   |           |    |    |     | 256, 288, 321, 321/1  |
|                       |   | Beteiligte Personen bzw. Organisationen und deren Art der Beteiligung |           |    |    |     | 200, 288, 321, 370, 378   |
|                       |   | Dokumentation des Prozesses   |           |    |    |     | 321, 378  |
|                       |   | Fristen   |           |    |    |     |   |
|                       |   | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 321   |
|                       |   | Festlegung eines <b>Kommunikations- und Koordinationskonzeptes</b>    |           |    |    |     | 321   |
| Qualitätslenkung      | Bereitstellung von <b>Ressourcen</b>                      | Bereitstellung von Personal   |           |    |    |     |   |
|                       |   | Bereitstellung von Sachmitteln  |           |    |    |     | 242, 321  |
|                       |   | Bereitstellung von Finanzmitteln                                      |           |    |    |     |   |
|                       | Qualifizierung von Personal                               | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |   |
|                       |   | Art und Umfang der Weiterbildungsmaßnahme                             |           |    |    |     |   |
|                       |   | Turnus der Weiterbildungsmaßnahme                                     |           |    |    |     |   |
|                       | Ergreifung von <b>Vorbeugungsmaßnahmen</b>                | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |   |
|                       |   | Art und Umfang der Vorbeugungsmaßnahme                                |           |    |    |     | 284, 321, 361, 376  |
|                       |   | Turnus der Vorbeugungsmaßnahme  |           |    |    |     |   |
|                       | Ergreifung von <b>Überwachungsmaßnahmen</b>               | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |   |
|                       |   | Art und Umfang der Überwachungsmaßnahme                               |           |    |    |     | 201, 284, 321, 321/2, 321/3, 361, 378   |
|                       |   | Turnus der Überwachungsmaßnahme                                       |           |    |    |     | 321   |
| Qualitätssicherung    | Erstellung einer <b>Dokumentation</b>                     | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |   |
|                       |   | Art und Umfang der Dokumentation                                      |           |    |    |     | 284, 299, 321, 321/3  |
|                       |   | Turnus der Dokumentation  |           |    |    |     |   |
|                       | Durchführung von <b>Audits</b>                            | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |   |
|                       |   | Art und Umfang der Audits   |           |    |    |     | 284, 298  |
|                       |   | Turnus der Audits   |           |    |    |     |   |
|                       | Aufbau eines <b>Ideen- und Beschwerde-managements</b>     | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |   |
|                       |   | Art und Umfang der Überwachung der Kundenwahrnehmung                  |           |    |    |     | 284   |
|                       |   | Turnus der Überwachung der Kundenwahrnehmung                          |           |    |    |     |   |
|                       |   | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |   |
| Qualitätsverbesserung | Ergreifung von <b>Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung</b> | Art und Umfang der Maßnahmen  |           |    |    |     |   |
|                       |   | Zuständigkeiten bei den Maßnahmen                                     |           |    |    |     |   |
|                       |   | Turnus der Maßnahmen  |           |    |    |     |   |
|                       |   | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |   |
|                       | Weiterentwicklung des Qualitätsmanagements                | Art und Umfang der Anpassung/Weiterentwicklung der Schritte           |           |    |    |     |   |
|                       |   | Zuständigkeiten bei der Anpassung/Weiterentwicklung                   |           |    |    |     |   |

4.2.2. Lebensphase Bauvorbereitung und -durchführung

| Element des QM        | Bestandteile   | Inhalt  | Bewertung |    |    |     | Regelwerke und Wissensdokumente der FGSV       |
|-----------------------|--|---|-----------|----|----|-----|--|
|                       |  |   | IV        | ÖV | FG | Rad |  |
| Qualitätsplanung      | Definition eines <b>Leitbilds</b>                                  | Definition eines Leitbilds als Rahmen für das Qualitätsmanagement   |           |    |    |     | 200, 288, 321                                  |
|                       | Formulierung von <b>strategischen Zielen</b>                       | Ziele zu Sicherheit   |           |    |    |     | 312, 321, 321/3, 370                           |
|                       |  | Ziele zu Umwelt   |           |    |    |     | 321/3  |
|                       |  | Ziele zu Mobilität  |           |    |    |     | 321, 321/2, 321/3, 370                         |
|                       |  | Ziele zu Wirtschaftlichkeit   |           |    |    |     | 321, 321/2, 321/3                              |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 321  |
|                       | Formulierung von <b>operativen Zielen</b>                          | Ziele zu Sicherheit   |           |    |    |     |  |
|                       |  | Ziele zu Umwelt   |           |    |    |     |  |
|                       |  | Ziele zu Mobilität  |           |    |    |     |  |
|                       |  | Ziele zu Wirtschaftlichkeit   |           |    |    |     |  |
|                       | Ermittlung von <b>Kundenanforderungen</b>                          | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       |  | Verfahren zur Ermittlung der Kundenanforderungen  |           |    |    |     |  |
|                       |  | Umfang der Ermittlung der Kundenanforderungen   |           |    |    |     |  |
|                       |  | Turnus der Ermittlung der Kundenanforderungen   |           |    |    |     |  |
|                       | Festlegung von <b>Qualitätsmerkmalen</b>                           | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       |  | Kriterien zu Sicherheit   |           |    |    |     | 298, 321                                       |
|                       |  | Kriterien zu Umwelt   |           |    |    |     | 321  |
|                       |  | Kriterien zu Mobilität  |           |    |    |     | 114,321, 361                                   |
|                       |  | Kriterien zu Wirtschaftlichkeit   |           |    |    |     |  |
|                       | Definition von <b>Aufgaben und Kompetenzen</b>                     | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 321, 321/2, 368/9                              |
|                       |  | Art der Aufgabe bzw. Kompetenz  |           |    |    |     |  |
|                       |  | Zuordnung der Aufgabe/Kompetenz zu einer Personen bzw. Organisation   |           |    |    |     | 321  |
|                       | Beschreibung von <b>Prozessen</b>                                  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       |  | Art und Umfang des Prozesses  |           |    |    |     | 114, 312, 321, 321/1, 321/2, 321/3, 368/9, 370 |
|                       |  | Turnus des Prozesses  |           |    |    |     |  |
|                       |  | Erforderliche Eingabe/Auslöser des Prozesses  |           |    |    |     | 312, 321/2                                     |
|                       |  | Angestrebtes Ergebnis des Prozesses   |           |    |    |     |  |
|                       |  | Beteiligte Personen bzw. Organisationen und deren Art der Beteiligung   |           |    |    |     | 321/3, 370                                     |
|                       |  | Dokumentation des Prozesses   |           |    |    |     | 321/3  |
|                       |  | Fristen   |           |    |    |     |  |
|                       | Festlegung eines <b>Kommunikations- und Koordinationskonzeptes</b> | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       |  | Festlegung eines Kommunikations- und Koordinationskonzeptes zwischen verschiedenen Personen bzw. Organisationen |           |    |    |     |  |
| Qualitätslenkung      | Bereitstellung von <b>Ressourcen</b>                               | Bereitstellung von Personal   |           |    |    |     |  |
|                       |  | Bereitstellung von Sachmitteln  |           |    |    |     | 312, 321                                       |
|                       |  | Bereitstellung von Finanzmitteln  |           |    |    |     |  |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       | <b>Qualifizierung</b> von Personal                                 | Art und Umfang der Weiterbildungsmaßnahme   |           |    |    |     |  |
|                       |  | Turnus der Weiterbildungsmaßnahme   |           |    |    |     |  |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       | Ergreifung von <b>Vorbeugungsmaßnahmen</b>                         | Art und Umfang der Vorbeugungsmaßnahme  |           |    |    |     | 321, 321/3, 361                                |
|                       |  | Turnus der Vorbeugungsmaßnahme  |           |    |    |     |  |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 321  |
|                       | Ergreifung von <b>Überwachungsmaßnahmen</b>                        | Art und Umfang der Überwachungsmaßnahme   |           |    |    |     | 284, 298, 312, 321, 321/2, 368/9               |
|                       |  | Turnus der Überwachungsmaßnahme   |           |    |    |     | 321, 368/9                                     |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 321  |
| Qualitätssicherung    | Erstellung einer <b>Dokumentation</b>                              | Art und Umfang der Dokumentation  |           |    |    |     | 284, 321, 321/3                                |
|                       |  | Turnus der Dokumentation  |           |    |    |     |  |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       | Durchführung von <b>Audits</b>                                     | Art und Umfang der Audits   |           |    |    |     | 284, 298, 321/3                                |
|                       |  | Turnus der Audits   |           |    |    |     |  |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       | Aufbau eines <b>Ideen- und Beschwerde-managements</b>              | Art und Umfang der Überwachung der Kundenwahrnehmung  |           |    |    |     | 284  |
|                       |  | Turnus der Überwachung der Kundenwahrnehmung  |           |    |    |     |  |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
| Qualitätsverbesserung | Ergreifung von <b>Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung</b>          | Art und Umfang der Maßnahmen  |           |    |    |     |  |
|                       |  | Zuständigkeiten bei den Maßnahmen   |           |    |    |     |  |
|                       |  | Turnus der Maßnahmen  |           |    |    |     |  |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       | <b>Weiterentwicklung</b> des Qualitätsmanagements                  | Art und Umfang der Anpassung/Weiterentwicklung der Schritte   |           |    |    |     |  |
|                       |  | Zuständigkeiten bei der Anpassung/Weiterentwicklung   |           |    |    |     |  |
|                       |  | Turnus der Anpassung/Weiterentwicklung  |           |    |    |     |  |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |

4.2.3. Lebensphase Betrieb

| Element des QM        | Bestandteile   | Inhalt  | Bewertung |    |    |     | Regelwerke und Wissensdokumente der FGSV                                  |
|-----------------------|--|---|-----------|----|----|-----|---|
|                       |  |   | IV        | ÖV | FG | Rad |   |
| Qualitätsplanung      | Definition eines <b>Leitbilds</b>                                  | Definition eines Leitbilds als Rahmen für das Qualitätsmanagement   |           |    |    |     | 200, 288, 321   |
|                       | Formulierung von <b>strategischen Zielen</b>                       | Ziele zu Sicherheit   |           |    |    |     | 312, 321, 321/3, 390/2  |
|                       |  | Ziele zu Umwelt   |           |    |    |     | 321/3, 390/2  |
|                       |  | Ziele zu Mobilität  |           |    |    |     | 256, 321, 321/2, 321/3, 390/2   |
|                       |  | Ziele zu Wirtschaftlichkeit   |           |    |    |     | 321, 321/2, 321/3, 390/2  |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 321, 390/2  |
|                       | Formulierung von <b>operativen Zielen</b>                          | Ziele zu Sicherheit   |           |    |    |     |   |
|                       |  | Ziele zu Umwelt   |           |    |    |     |   |
|                       |  | Ziele zu Mobilität  |           |    |    |     |   |
|                       |  | Ziele zu Wirtschaftlichkeit   |           |    |    |     |   |
|                       | Ermittlung von <b>Kundenanforderungen</b>                          | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |   |
|                       |  | Verfahren zur Ermittlung der Kundenanforderungen  |           |    |    |     |   |
|                       |  | Umfang der Ermittlung der Kundenanforderungen   |           |    |    |     |   |
|                       |  | Turnus der Ermittlung der Kundenanforderungen   |           |    |    |     |   |
|                       | Festlegung von <b>Qualitätsmerkmalen</b>                           | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |   |
|                       |  | Kriterien zu Sicherheit   |           |    |    |     | 256, 316/1, 321, 321/3, 383   |
|                       |  | Kriterien zu Umwelt   |           |    |    |     | 321, 321/3, 334   |
|                       |  | Kriterien zu Mobilität  |           |    |    |     | 114, 256, 299, 321, 321/3   |
|                       |  | Kriterien zu Wirtschaftlichkeit   |           |    |    |     | 132, 321/3  |
|                       | Definition von <b>Aufgaben und Kompetenzen</b>                     | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 312, 321, 321/2   |
|                       |  | Art der Aufgabe bzw. Kompetenz  |           |    |    |     | 321, 321/2, 389   |
|                       |  | Zuordnung der Aufgabe/Kompetenz zu einer Personen bzw. Organisation   |           |    |    |     | 321, 389  |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |   |
|                       | Beschreibung von <b>Prozessen</b>                                  | Art und Umfang des Prozesses  |           |    |    |     | 114, 256, 312, 321, 321/2, 378, 389                                       |
|                       |  | Turnus des Prozesses  |           |    |    |     | 321, 389, 390/2   |
|                       |  | Erforderliche Eingabe/Auslöser des Prozesses  |           |    |    |     | 256, 312, 389   |
|                       |  | Angestrebtes Ergebnis des Prozesses   |           |    |    |     | 256, 389  |
|                       |  | Beteiligte Personen bzw. Organisationen und deren Art der Beteiligung   |           |    |    |     | 378, 389  |
|                       |  | Dokumentation des Prozesses   |           |    |    |     | 378, 389  |
|                       |  | Fristen   |           |    |    |     | 389   |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 389   |
|                       | Festlegung eines <b>Kommunikations- und Koordinationskonzeptes</b> | Festlegung eines Kommunikations- und Koordinationskonzeptes zwischen verschiedenen Personen bzw. Organisationen |           |    |    |     | 321   |
| Qualitätslenkung      | Bereitstellung von <b>Ressourcen</b>                               | Bereitstellung von Personal   |           |    |    |     |   |
|                       |  | Bereitstellung von Sachmitteln  |           |    |    |     | 312, 368/9, 389, 390/2  |
|                       |  | Bereitstellung von Finanzmitteln  |           |    |    |     |   |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |   |
|                       | Qualifizierung von Personal  | Art und Umfang der Weiterbildungsmaßnahme   |           |    |    |     |   |
|                       |  | Turnus der Weiterbildungsmaßnahme   |           |    |    |     |   |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 389, 390/2  |
|                       | Ergreifung von <b>Vorbeugungsmaßnahmen</b>                         | Art und Umfang der Vorbeugungsmaßnahme  |           |    |    |     | 312, 321, 376, 390/2  |
|                       |  | Turnus der Vorbeugungsmaßnahme  |           |    |    |     |   |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 321   |
|                       | Ergreifung von <b>Überwachungsmaßnahmen</b>                        | Art und Umfang der Überwachungsmaßnahme   |           |    |    |     | 284, 298, 299, 312, 316/1, 316/2, 321, 321/1, 321/2, 321/3, 378, 383, 389 |
|                       |  | Turnus der Überwachungsmaßnahme   |           |    |    |     | 321, 321/3  |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 312, 321  |
| Qualitätssicherung    | Erstellung einer <b>Dokumentation</b>                              | Art und Umfang der Dokumentation  |           |    |    |     | 114, 312, 316/2, 321, 321/2, 321/3, 378                                   |
|                       |  | Turnus der Dokumentation  |           |    |    |     | 321   |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 321   |
|                       | Durchführung von <b>Audits</b>                                     | Art und Umfang der Audits   |           |    |    |     | 284, 299, 321   |
|                       |  | Turnus der Audits   |           |    |    |     | 321, 389  |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 321, 389  |
|                       | Aufbau eines <b>Ideen- und Beschwerdemanagements</b>               | Art und Umfang der Überwachung der Kundenwahrnehmung  |           |    |    |     | 284, 298  |
|                       |  | Turnus der Überwachung der Kundenwahrnehmung  |           |    |    |     |   |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |   |
|                       |  |   |           |    |    |     |   |
| Qualitätsverbesserung | Ergreifung von <b>Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung</b>          | Art und Umfang der Maßnahmen  |           |    |    |     |   |
|                       |  | Zuständigkeiten bei den Maßnahmen   |           |    |    |     |   |
|                       |  | Turnus der Maßnahmen  |           |    |    |     |   |
|                       |  | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |   |
|                       | Weiterentwicklung des Qualitätsmanagements                         | Art und Umfang der Anpassung/Weiterentwicklung der Schritte   |           |    |    |     |   |
|                       |  | Zuständigkeiten bei der Anpassung/Weiterentwicklung   |           |    |    |     |   |

4.2.4. Lebensphase Erhaltung

| Element des QM        | Bestandteile  | Inhalt  | Bewertung |    |    |     | Regelwerke und Wissensdokumente der FGSV |
|-----------------------|---|---|-----------|----|----|-----|--|
|                       |   |   | IV        | ÖV | FG | Rad |  |
| Qualitätsplanung      | Definition eines <b>Leitbilds</b>                         | 05  |           |    |    |     | 200, 288, 321                            |
|                       | Formulierung von <b>strategischen Zielen</b>              | Ziele zu Sicherheit   |           |    |    |     | 389                                      |
|                       |   | Ziele zu Umwelt   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Ziele zu Mobilität  |           |    |    |     |  |
|                       |   | Ziele zu Wirtschaftlichkeit   |           |    |    |     |  |
|                       | Formulierung von <b>operativen Zielen</b>                 | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Ziele zu Sicherheit   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Ziele zu Umwelt   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Ziele zu Mobilität  |           |    |    |     |  |
|                       | Ermittlung von <b>Kundenanforderungen</b>                 | Ziele zu Wirtschaftlichkeit   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Verfahren zur Ermittlung der Kundenanforderungen  |           |    |    |     |  |
|                       |   | Umfang der Ermittlung der Kundenanforderungen   |           |    |    |     |  |
|                       | Festlegung von <b>Qualitätsmerkmalen</b>                  | Turnus der Ermittlung der Kundenanforderungen   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Kriterien zu Sicherheit   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Kriterien zu Umwelt   |           |    |    |     |  |
|                       | Definition von <b>Aufgaben und Kompetenzen</b>            | Kriterien zu Mobilität  |           |    |    |     |  |
|                       |   | Kriterien zu Wirtschaftlichkeit   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Art der Aufgabe bzw. Kompetenz  |           |    |    |     | 389                                      |
|                       | Beschreibung von <b>Prozessen</b>                         | Zuordnung der Aufgabe/Kompetenz zu einer Personen bzw. Organisation   |           |    |    |     | 389                                      |
|                       |   | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Art und Umfang des Prozesses  |           |    |    |     | 389                                      |
|                       |   | Turnus des Prozesses  |           |    |    |     | 389                                      |
|                       |   | Erforderliche Eingabe/Auslöser des Prozesses  |           |    |    |     | 389                                      |
|                       |   | Angestrebtes Ergebnis des Prozesses   |           |    |    |     | 389                                      |
|                       |   | Beteiligte Personen bzw. Organisationen und deren Art der Beteiligung   |           |    |    |     | 389                                      |
|                       |   | Dokumentation des Prozesses   |           |    |    |     | 389                                      |
|                       |   | Fristen   |           |    |    |     | 389                                      |
| Qualitätslenkung      | Bereitstellung von <b>Ressourcen</b>                      | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 389                                      |
|                       |   | Festlegung eines Kommunikations- und Koordinationskonzeptes zwischen verschiedenen Personen bzw. Organisationen |           |    |    |     |  |
|                       |   | Bereitstellung von Personal   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Bereitstellung von Sachmitteln  |           |    |    |     |  |
|                       | Qualifizierung von Personal                               | Bereitstellung von Finanzmitteln  |           |    |    |     |  |
|                       |   | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Art und Umfang der Weiterbildungsmaßnahme   |           |    |    |     |  |
|                       | Ergreifung von <b>Vorbeugungsmaßnahmen</b>                | Turnus der Weiterbildungsmaßnahme   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 389                                      |
|                       |   | Art und Umfang der Vorbeugungsmaßnahme  |           |    |    |     |  |
|                       | Ergreifung von <b>Überwachungsmaßnahmen</b>               | Turnus der Vorbeugungsmaßnahme  |           |    |    |     |  |
|                       |   | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Art und Umfang der Überwachungsmaßnahme   |           |    |    |     | 284                                      |
| Qualitätssicherung    | Erstellung einer <b>Dokumentation</b>                     | Turnus der Überwachungsmaßnahme   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Art und Umfang der Dokumentation  |           |    |    |     | 284                                      |
|                       | Durchführung von <b>Audits</b>                            | Turnus der Dokumentation  |           |    |    |     | 389                                      |
|                       |   | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     | 389                                      |
|                       |   | Art und Umfang der Audits   |           |    |    |     | 284                                      |
|                       | Aufbau eines <b>Ideen- und Beschwerde-managements</b>     | Turnus der Audits   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Art und Umfang der Überwachung der Kundenwahrnehmung  |           |    |    |     | 284                                      |
|                       |   | Turnus der Überwachung der Kundenwahrnehmung  |           |    |    |     |  |
| Qualitätsverbesserung | Ergreifung von <b>Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung</b> | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Art und Umfang der Maßnahmen  |           |    |    |     |  |
|                       |   | Zuständigkeiten bei den Maßnahmen   |           |    |    |     |  |
|                       | Weiterentwicklung des Qualitätsmanagements                | Turnus der Maßnahmen  |           |    |    |     |  |
|                       |   | Allgemein/Sonstiges   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Art und Umfang der Anpassung/Weiterentwicklung der Schritte   |           |    |    |     |  |
|                       |   | Zuständigkeiten bei der Anpassung/Weiterentwicklung   |           |    |    |     |  |

5. Modularisierung des Straßen- und Verkehrswesens

5.1. Zuordnung der Regelwerke und Wissensdokumente der FGSV zu Ergebnissen und Lebensphasen

| Ergebnis |                 |                          | Lebensphasen            |          |     |    |  |  |                               |    |   |   |                                      |    |   |   |                        |    |   |   |                                     |    |                   |     |    |    |
|----------|-----------------|--------------------------|-------------------------|----------|-----|----|--|--|-------------------------------|----|---|---|--------------------------------------|----|---|---|------------------------|----|---|---|-------------------------------------|----|-------------------|-----|----|----|
|          |                 |                          | Bedarfs-und Netzplanung |          |     |    | Rahmen- und Detailplanung  |  |                               |    | Bauvorbereitung und -durchführung   |   |                                      |    | Betrieb   |   |                        |    | Erhaltung   |   |                                     |    | Umnutzung/Rückbau |     |    |    |
|          |                 |                          | QP                      | QL       | QS  | QV | QP   | QL   | QS                            | QV | QP  | QL  | QS                                   | QV | QP  | QL  | QS                     | QV | QP  | QL  | QS                                  | QV | QP                | QL  | QS | QV |
| Hardware | Netz-gestaltung | Verkehrs-wegenetz        | 121,147, 251,284, 951   | 121,951  |     |    | 147,212, 951   | 951  |                               |    | 147,212, 251,951  | 951   |                                      |    | 114,147, 951  | 114,951   |                        |    | 147,951   | 951                                       |                                     |    | 147,951           | 951 |    |    |
|          | Straßen/ Wege   | Verkehrsfläche innerorts | 298, 951                | 298, 951 | 298 |    | 132,135, 164,200, 200/1, 212,228, 249,252, 254,260, 284, 284/1, 287,298, 299, 2931, 2932, 284/1, 287,288, 289,298, 299, 2931, 2932, 314,334, 334/1, 334/2, 334/3, 369,370, 371,383, 385,490 AP9F1, AP 68, 924, 948/3, 948/4, 951 | 132,135, 228,284, 284/1, 287,298, 299, 2931, 2932, 334/1, 334/2, 334/3, 369,370, 371,383, 385,490 AP9F1, AP 68, 924, 948/3, 948/4, 951 | 298, 369, 948/3, 948/4, 948/5 |    | 135,212, 230,284, 284/1, 298, 2932, 334, 334/1, 334/2, 339,369, 370,371, 383,385, AP 68, 924,940, 948/4, 948/7, 951     | 135,298, 2932, 334, 334/1, 334/2, 369,371, 383,558, 561, 948/4, 948/6, 951,961                          | 298, 369, 404/1, 404/2, 948/4, 948/5 |    | 132,250, 284, 284/1, 298,299, 2932, 314, 316/1, 316/2, 334, 334/1, 334/2, 334/3, 339,370, 383,385, 389,442, 548,924, 948/4, 951                         | 132,250, 284, 284/1, 298, 299, 2932, 314, 316/1, 316/2, 334, 334/1, 334/2, 334/3, 389,442, 442,548, 948/4, 951                    | 298, 389, 948/4, 948/5 |    | 389,440, 487, 490 AP9B1, 548,827, 924, 948/4, 951                 | 389,440, 487,548, 948/4, 951,986          | 440, 404/1, 404/2, 948/4, 948/5     |    | 951               | 951 |    |    |
|          |                 | Verkehrsfläche außerorts | 251,298, 951            | 298,951  | 298 |    | 132,201, 164,210, 225, 225/1, 228,254, 255,257, 262,284, 287,298, 299, 2931, 2932, 314,334, 334/1, 334/2, 334/3, 358,369, 370,371, 383,385, 490 AP9F1, 510, AP68,92 4, 931, 948/3, 948/4, 951,985                                | 132,201, 228,284, 287,298, 299, 2931, 2932, 334/1, 334/2, 334/3, 358,369, 370,376, 383, 948/4, 951                                     | 298,369, 948/3, 948/4, 948/5  |    | 246,248, 284,298, 2932, 334, 334/1, 334/2, 334/3, 358,370, 383,339, 369,371, 385,510, AP 68, 924,931, 948/4, 948/7, 951 | 248,284, 298, 2932, 334, 334/1, 334/2, 334/3, 358,369, 370,371, 376,383, 558,561, 948/4, 948/6, 951,961 | 298,369, 404/1, 404/2, 948/4, 948/5  |    | 132,210, 250,284, 298,299, 2932, 314, 316/1, 316/2, 334, 334/1, 334/2, 334/3, 339,358, 370,383, 385,389, 441,442, 548,924, 931, 948/4, 951,983, 984,985 | 132,210, 250,284, 298, 299, 2932, 314, 316/1, 316/2, 334, 334/1, 334/2, 334/3, 385,389, 376,383, 389,441, 442,548, 948/4, 951,985 | 298, 389, 948/4, 948/5 |    | 389, 440, 490 AP9B1, 490 AP9E1, 548,827, 924, 948/4, 951, 983,985 | 389,440, 490 AP9E1, 548,951, 948/4, 948/5 | 389,440, 404/1, 404/2, 948/4, 948/5 |    | 951               | 951 |    |    |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)



(Fortsetzung)

| Ergebnis |   |                         | Lebensphasen            |         |     |  |  |   |                          |  |   |   |   |  |   |  |                       |  |   |                                     |                                     |  |                   |     |  |  |
|----------|---|-------------------------|-------------------------|---------|-----|--|--|---|--------------------------|--|---|---|---|--|---|--|-----------------------|--|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--|-------------------|-----|--|--|
|          |   |                         | Bedarfs-und Netzplanung |         |     |  | Rahmen- und Detailplanung  |   |                          |  | Bauvorbereitung und -durchführung   |   |   |  | Betrieb   |  |                       |  | Erhaltung   |                                     |                                     |  | Umnutzung/Rückbau |     |  |  |
| Hardware | Straßen/<br>Wege                                  | Autobahn                | 298,951                 | 298,951 | 298 |  | 164,202, 210,228, 298,299, 2931, 2932, 314, 329/2, 334, 334/1, 334/2, 334/3, 369,370, 371,383, 385,490 AP9F1, 510,AP 68,924, 948/3, 948/4, 951 | 202,210, 228,298, 299, 2931, 2932, 329/2, 334, 334/1, 334/2, 334/3, 369,370, 383, 948/3, 948/4, 951 | 298, 369, 948/4, 948/5   |  | 246,298, 2932, 329/2, 334, 334/1, 334/2, 334/3, 370,383, 385,339, 369,371, 510,AP 68,924, 948/4, 948/7, 951 | 298, 2932, 329/2, 334, 334/1, 334/2, 334/3, 369,370, 371,383, 558,561, 948/4, 951 | 298,369, 404/1, 404/2, 948/4, 948/5           |  | 210,250, 298,299, 2932, 314, 316/1, 316/2, 329/2, 334, 334/1, 334/2, 334/3, 339,370, 383,385, 389,442, 548,924, 948/4, 951,983, 984 | 210,250, 298, 298/1, 299, 2932, 314, 316/1, 316/2, 334, 334/1, 334/2, 334/3, 370,383, 389,442, 548, 948/4, 951 | 298,389, 948/4, 948/5 |  | 389,440, 490 AP9B1, 490 AP9E1, 548,827, 924, 948/4, 951,983 | 389,440, 490 AP9E1, 548, 948/4, 951 | 389,440, 404/1, 404/2, 948/4, 948/5 |  | 951               | 951 |  |  |
|          |   | Knotenpunkt             | 142,298, 951            | 298,951 | 298 |  | 114,164, 200,212, 228,236,2 42, 242/1, 251,254, 284,287, 288,289, 298,299, 321, 334/3, AP 68, 924,931, 948/3, 948/4, 951                       | 114,228, 242, 242/1, 284,287, 298,299, 334/3, 948/3, 948/4, 951                                     | 298, 948/3, 948/4, 948/5 |  | 114,212, 230,251, 284,298, 334/3, 675/1, AP 68, 924,931, 948/4, 948/7, 951                                  | 114,284, 298, 334/3, 558,561, 948/4, 948/6, 951                                   | 298, 948/4, 948/5                             |  | 114,284, 288,298, 299,389, 442,924, 931, 948/4, 951,983   | 114,284, 298, 298/1, 299,389, 442, 948/4, 951  | 298,389, 948/4, 948/5 |  | 389, 948/4, 924,951, 983                                    | 389, 948/4, 951                     | 389, 948/4, 948/5                   |  | 951               | 951 |  |  |
|          |   | Rastanlage/<br>Parkraum | 222,239, 283            |         |     |  | 135,164, 200,212, 222,228, 236,239, 240,283, 299, 334/3, 373,AP 68,924, 948/3, 948/4   | 135,222, 228,299, 334/3, 948/3, 948/4   | 948/3, 948/4, 948/5      |  | 135,212, 283, 334/3, 675/1, AP 68, 924, 948/4, 948/7  | 135, 334/3, 558,561, 948/4, 948/6   | 948/4, 948/5                                  |  | 239,240, 244,283, 299, 390/2, 924, 948/4  | 299, 390/2, 942, 948/4   | 948/4, 948/5          |  | 240,924, 948/4  | 948/4                               | 948/4, 948/5                        |  |                   |     |  |  |
|          | Verkehrs-<br>bauwerke<br>(Ingenieur-<br>bauwerke) | Brücken                 |                         |         |     |  | 254,298, 526, 782/1, AP 68   | 298,526   | 298                      |  | 298,514, 526,611, 675/1, 776, 782/1, 782/2, 782/3, 782/5, 782/6, 782/7, AP 68                               | 298,526, 561,611, 782/1, 782/2, 782/3, 782/5, 782/6, 782/7                        | 298, 782/1, 782/2, 782/3, 782/5, 782/6, 782/7 |  | 298   | 298  | 298                   |  |   |                                     |                                     |  |                   |     |  |  |
|          |   | Stützbauwerke           |                         |         |     |  | 229,298, 243,254, 526, 782/1, AP 68  | 298,243, 526  | 298                      |  | 243,264, 298,516, 526,555, 562,599,7 76, 782/1, AP 68   | 243,298, 526,561, 599, 782/1  | 298,555, 562,599, 782/1                       |  | 264,298   | 298  | 298                   |  |   |                                     |                                     |  |                   |     |  |  |
|          |   | Tunnel                  |                         |         |     |  | 254,298, 782/1, AP 68  | 298   | 298,591                  |  | 264,298, 339,776, 782/1, AP 68  | 298,561   | 298,339, 591, 782/1                           |  | 264,298, 339,389, 419   | 298,389, 419   | 298,339, 389,591      |  | 389   | 389                                 | 389,591                             |  |                   |     |  |  |
|          |   | Lärmschutz-<br>wände    |                         |         |     |  | 227,254, 298,540, 552,634, 782/1, AP 68  | 227,298, 540,552  | 298,540, 552             |  | 258,264, 298,516, 540,552,7 561, 76, 782/1, AP 68   | 258,298, 540,552, 552, 782/1  | 298,540, 552, 782/1                           |  | 264,298, 390/2  | 298, 390/2   | 298                   |  |   |                                     |                                     |  |                   |     |  |  |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Ergebnis |             |                                     | Lebensphasen            |    |    |    |   |  |   |    |   |   |  |                                     |                                  |                             |                          |                                  |                                       |                            |                          |            |                   |            |       |  |
|----------|-------------|-------------------------------------|-------------------------|----|----|----|---|--|---|----|---|---|--|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------------------|------------|-------------------|------------|-------|--|
|          |             |                                     | Bedarfs-und Netzplanung |    |    |    | Rahmen- und Detailplanung   |  |   |    | Bauvorbereitung und -durchführung   |   |  |                                     | Betrieb                          |                             |                          |                                  | Erhaltung                             |                            |                          |            | Umnutzung/Rückbau |            |       |  |
|          |             |                                     |                         |    |    |    |   |  |   |    |   |   |  |                                     |                                  |                             |                          |                                  |                                       |                            |                          |            |                   |            |       |  |
| QP       | QL          | QS                                  | QV                      | QP | QL | QS | QV  | QP   | QL  | QS | QV  | QP  | QL   | QS                                  | QV                               | QP                          | QL                       | QS                               | QV                                    | QP                         | QL                       | QS         | QV                |            |       |  |
| Hardware | Befestigung | Böschungen/<br>Wälle                |                         |    |    |    | 229, 293/3, 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 591.512, 537.540, 543.550, 556.564, 638.639, 642.924, 948/3, 948/4  | 512.537, 540.550, 556.564, 638.639, 641, 948/3, 948/4                                | 591.540, 550.556, 564, 948/3, 948/4, 948/5              |    | 229, 293/3, 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 514.516, 535, 535/1, 537.540, 547.549, 560.564, 591.597, 599, 948/4, 948/6, 948/7                                       | 514.535, 535/1, 535, 537.540, 547.549, 540.547, 564.591, 597.599, 948/4, 948/5  |  | 293/3, 514.535, 535/1, 924, 948/4   | 263, 293/3, 431, 948/4           | 591, 948/4, 948/5           |                          | 924, 948/4                       | 948/4                                 | 591, 948/4, 948/5          |                          | 616/3      | 616/3             | 616/3      |       |  |
|          |             | Unterbau                            |                         |    |    |    | 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 497.498, 499.511, 532.537, 542.543, 545.550, 551.556, 564.591, 624.629, 634.638, 639.642, 696.697, 698.924, 947, 948/3, 948/4 | 511.537, 542.545, 550.551, 556.564, 624.629, 634.638, 639.641, 948/5                 | 511.542, 545.550, 551.556, 564.591, 948/3, 948/4, 948/5 |    | 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 514.516, 535, 535/1, 537.542, 545.547, 549.551, 559.560, 564.591, 597.599, 609.610, 610/2, 610/3, 610/4, 611.924, 947, 948/4, 948/7 | 514.535, 535/1, 535, 537.542, 542.545, 545.547, 549.551, 551.560, 564.591, 597.599, 609.610, 610/2, 610/3, 610/4, 947, 948/4, 948/5 |  | 514.535, 535/1, 545.924, 947, 948/4 | 263.431, 545, 948/4              | 545, 948/4, 948/5           |                          | 545.624, 924.947, 948/4          | 545, 948/4                            | 545, 948/4, 948/5          |                          | 616/3      | 616/3             | 616/3      |       |  |
|          |             | ungebundene Schichten des Oberbaus  |                         |    |    |    | 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 497.498, 499.545, 591.613, 624.629, 633.634, 638.639, 642.675, 696.697, 698.924, 947, 948/2, 948/3, 948/4                     | 545, 613, 624, 629, 633, 634, 638, 639, 641, 675, 696, 697, 698, 948/2, 948/3, 948/4 | 545, 591, 696, 697, 948/2, 948/3, 948/4                 |    | 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 514, 545, 547, 591, 599, 609, 610, 610/2, 610/3, 610/4, 611, 619, 636, 916, 924, 947, 948/2, 948/4, 948/7                           | 514, 545, 547, 591, 599, 611, 619, 636, 916, 948/2, 948/4, 948/6  | 514, 545, 547, 591, 599, 609, 610, 610/2, 610/3, 610/4, 785, 916, 947, 948/2, 948/4, 948/5 |                                     | 514, 545, 924, 947, 948/2, 948/4 | 263, 431, 545, 948/2, 948/4 | 545, 948/2, 948/4, 948/5 |                                  | 545, 619, 624, 924, 947, 948/2, 948/4 | 545, 948/2, 948/4          | 545, 948/2, 948/4, 948/5 |            | 616/3, 636        | 616/3, 636 | 616/3 |  |
|          |             | hydraulisch gebundene Tragschichten |                         |    |    |    | 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 497.498, 499.545, 591.613, 624.639, 642.675, 867.924, 947, 948/3, 948/4   | 499.545, 613.624, 639.641, 675, 948/3, 948/4   | 497.545, 591.867, 948/3, 948/4, 948/5                   |    | 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 432.545, 560.591, AP 60, 609.610, 610/2, 610/3, 610/4, 636.749, 891.892, 899.916, 924.947, 948/4, 948/7                             | 432.545, 560.636, 591.609, 610, 899.916, 610/2, 610/3, 610/4, 749.785, 891.892, 599.916, 947, 948/4, 948/5                          |  | 545, AP 60, 924, 947, 948/4         | 263.431, 545, 948/4              | 545, 948/4, 948/5           |                          | 545.624, 826.827, 924.947, 948/4 | 545, 948/4                            | 545.826, 827, 948/4, 948/5 |                          | 616/3, 636 | 616/3, 636        | 616/3      |       |  |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Ergebnis |             |   | Lebensphasen            |    |    |    |   |  |                            |    |   |  |  |    |  |  |                     |    |  |   |  |    |                     |                |                |    |
|----------|-------------|---|-------------------------|----|----|----|---|--|----------------------------|----|---|--|--|----|--|--|---------------------|----|--|---|--|----|---------------------|----------------|----------------|----|
|          |             |   | Bedarfs-und Netzplanung |    |    |    | Rahmen- und Detailplanung   |  |                            |    | Bauvorbereitung und -durchführung   |  |  |    | Betrieb  |  |                     |    | Erhaltung  |   |  |    | Umnutzung/Rückbau   |                |                |    |
|          |             |   | QP                      | QL | QS | QV | QP  | QL   | QS                         | QV | QP  | QL   | QS   | QV | QP   | QL   | QS                  | QV | QP   | QL  | QS   | QV | QP                  | QL             | QS             | QV |
| Hardware | Befestigung | bituminös gebundene Schichten (außer Decke) |                         |    |    |    | 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 498,499, 545,613, 624,629, 634,638, 639,642, 675,924, 947, 948/3, 948/4   | 545,613, 624,629, 634,638, 639,641, 675, 948/3, 948/4  | 545, 948/3, 948/4, 948/5   |    | 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 545,609, 610, 610/2, 610/3, 610/4, 636,724, 730,749, 760,762, 766,794, 797,799, 924,947, 948/4, 948/7   | 545,636, 749,756, 756/2012/8, 756/2013/5, 724,730, 749,756, 756/2012/794, 797,799, 948/4, 948/6  | 545,609, 610, 610/2, 610/3, 610/4, 749,756, 756/2012/8, 756/2013/5, 756/1994, 760, 762,766, 785,794, 797,799, 947, 948/4, 948/5  |    | 545,924, 947, 948/4  | 263,431, 545, 948/4  | 545, 948/4, 948/5   |    | 545,624, 797,798, 924,947, 948/4   | 545,797, 798, 948/4   | 545,797, 798, 948/4, 948/5   |    | 616/3, 636,754, 755 | 616/3, 636,754 | 616/3, 754,755 |    |
|          |             | Decken aus Asphalt                          |                         |    |    |    | AP65, 401,409, 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 498,499, 613,624, 629,634, 639,642, 675,737,7 39,789, 789/26, 789/27, 789/28, 789/29, 924,947, 948/1, 948/3, 948/4 | 401,409, 613,624, 629,634, 639,675, 737,789, 789/26, 789/27, 789/28, 789/29, 948/1, 948/3, 948/4 | 948/1, 948/3, 948/4, 948/5 |    | 401,425 B1,425 B2,425 B3,425 B4,432, AP 11, 609,610, 610/2, 610/3, 610/4, 636,AP 32,AP 42, 724,728, 729,730, 737,739, 740,747, 749,750, 751,758, 760,762, 766,767, 768,769, 770, 786/1, 789, 789/26, 789/27, 789/28, 789/29, 793,794, 799,916, 924,940, 947, 948/1, 948/4, 948/7, 949,977 | 401, 408/1, 408/2, 411,609, 610, 610/2, 610/3, 610/4, 722,723, 725,728, 724,729, 730,739, 747,749, 750,751, 756, 756/2013/8, 756/2013/5, 756/1994, 787/1, 5, 789, 789/26, 789/27, 789/28, 789/29, 793,794, 795,797, 947, 948/1, 948/4, 948/6 | 408/1, 408/2, 610, 610/2, 610/3, 610/4, 724,729, 730,739, 747,749, 750,751, 756, 756/2012/8, 756/2013/5, 756/2013/5, 756/1994, 760, 762,766, 786/1, 793,794, 795,797, 947, 948/1, 948/4, 948/5 |    | 433, 433A, 433 B2.1, 433 B2.2, 433 433A, 433 B3/C3, 433 B4, 433 B5, 433 C1, 433 C2.1, 390/2, 401,442, AP25/B5. 1, AP 27/2, AP 27/3, 739,777, 789, 789/26, 789/27, 789/28, 789/29, 948/1, 924,947, 948/1, 948/4 | 263, 390/2, 401,431, 433, 433A, 433 B2.1, 433 B5, 433 B4, 433 B5, B3/C3, 433 B4, 433 B5, 433 C1, 433 C2.1, 442, AP25/B2. 1, AP 27/3, 777, 789, 789/26, 789/27, 789/28, 789/29, 948/4 | 948/1, 948/4, 948/5 |    | 624,674, 739,763, 777,785, 786/1, 793,795, 797,798, 924,947, 948/1, 948/4, 949 | 408/1, 408/2, 624,674, AP25/E1, 763, 777,785, 790/1, 790/2, 793,795, 797,798, 798, 948/1, 948/4 | 408/1, 408/2, 411,673, 785, 786/1, 790/1, 790/2, 793,795, 797,798, 948/1, 948/4, 948/5 |    | 616/3, 636,754      | 616/3, 636,754 | 616/3, 754     |    |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Ergebnis |             |                        | Lebensphasen            |    |    |    |   |   |                              |    |   |   |  |    |  |   |                   |    |  |                                    |                                      |    |                   |       |       |    |
|----------|-------------|------------------------|-------------------------|----|----|----|---|---|------------------------------|----|---|---|--|----|--|---|-------------------|----|--|------------------------------------|--------------------------------------|----|-------------------|-------|-------|----|
|          |             |                        | Bedarfs-und Netzplanung |    |    |    | Rahmen- und Detailplanung   |   |                              |    | Bauvorbereitung und -durchführung   |   |  |    | Betrieb  |   |                   |    | Erhaltung                                  |                                    |                                      |    | Umnutzung/Rückbau |       |       |    |
|          |             |                        | QP                      | QL | QS | QV | QP  | QL  | QS                           | QV | QP  | QL  | QS   | QV | QP   | QL  | QS                | QV | QP   | QL                                 | QS                                   | QV | QP                | QL    | QS    | QV |
| Hardware | Befestigung | Decken aus Beton       |                         |    |    |    | AP 63, 401,409, 410.613, 410.425 B1,425 B2,425 B3,425 B4,497, 499,613, 624,629, 634,639, 642,675, 821/1, 867,924, 947, 948/3, 948/4 | 401,409, 410.613, 624,629, 634,639, 675, 948/3, 948/4 | 497,867, 948/3, 948/4, 948/5 |    | 401,425 B1,425 B2,425 B3,425 B4,609, 610, 610/2, 610/3, 610/4, 749,AP 67, 814, 818, 899,947, 821/1, 822,825, 829,830, 831,891, 892, 897/1, 897/2, 898/2, 899,916, 924,940, 947, 948/4, 948/7, 949 | 401, 408/1, 408/2, 411,609, 610, 610/2, 610/3, 610/4, 749,785, 814,818, 831,891, 892, 897/1, 897/2, 897/3, 898/2, 898/3, 599,916, 947, 948/4, 948/5 | 408/1, 408/2, 411,609, 610, 610/2, 610/3, 610/4, 749,785, 814,818, 831,891, 892, 897/1, 897/2, 897/3, 898/2, 898/3, 599,916, 947, 948/4, 948/5 |    | 390/2, 401,433, 433A, 433 B2.1, 433 B2.2, 433 B3/C3, 433 B4, 433 B5, 433 C1, 433 C2.1, 442,924, 947, 948/4 | 263, 390/2, 401,431, 433, 433A, 433 B2.1, 433 B2.2, 433 B3/C3, 433 B4, 433 B5, 433 C1, 433 C2.1, 442, 948/4 | 948/4, 948/5      |    | 624,674, 828,895, 898, 924,947, 948/4, 949 | 408/1, 408/2, 674,823,8 95, 948/4, | 408/1, 408/2, 411, 898, 948/4, 948/5 |    | 616/3             | 616/3 | 616/3 |    |
|          |             | Pflasterdecken         |                         |    |    |    | 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 499,613, 618/1, 618/2, 624,643, 675,699, 924,947, 948/3, 948/4                                      | 618/1, 618/2, 624,643, 675,699, 948/3, 948/4          | 643, 948/3, 948/4, 948/5     |    | 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 924,940, 947, 948/4, 948/7, 949   | 408/2, 947, 948/4, 948/6  | 408/2, 947, 948/4, 948/5   |    | 390/2, 407,924, 947, 948/4   | 263, 390/2, 407,431, 948/4  | 948/4, 948/5      |    | 624,674, 924,947, 948/4, 949               | 408/2, 674, 948/4,                 | 408/2, 948/4, 948/5                  |    |                   |       |       |    |
|          |             | ländliche Wege         | 675/1                   |    |    |    | 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 624,629, 633,675, 675/1, 675/3, 924, 948/3, 948/4   | 624,629, 633,675, 948/3, 948/4                        | 948/3, 948/4, 948/5          |    | 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 609,610, 610/2, 610/3, 610/4, 675/1, 924, 948/4, 948/7  | 675/1, 948/4, 948/6   | 609,610, 610/2, 610/3, 610/4, 675/1, 924, 948/4, 948/7   |    | 675/1, 924, 948/4  | 263,431, 948/4  | 948/4, 948/5      |    | 624, 674, 675/1, 924, 948/4                | 674, 948/4                         | 948/4, 948/5                         |    |                   |       |       |    |
|          |             | befestigter Seitenraum |                         |    |    |    | 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 613,629, 642,924, 948/3, 948/4  | 613,629, 948/3, 948/4                                 | 948/3, 948/4, 948/5          |    | 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 514,516, 598,599, 609,610, 610/2, 610/3, 610/4, 924, 948/4, 948/7   | 514,598, 599, 948/4, 948/6  | 514,598, 599,609, 610, 610/2, 610/3, 610/4, 948/4, 948/5   |    | 417,514, 598,924, 948/4  | 263,431, 598, 948/4   | 598, 948/4, 948/5 |    | 598,924, 948/4                             | 598, 948/4                         | 598, 948/4, 948/5                    |    |                   |       |       |    |
|          |             | Aufgrabungen           |                         |    |    |    | 293/3, 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 537, 924, 948/3, 948/4   | 537, 641, 948/3, 948/4                                | 948/3, 948/5                 |    | 293/3, 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 516, 537, 563, 599, 924, 948/4, 948/7, 976   | 537, 557/1, 563,599, 948/4, 948/6, 976  | 948/4, 948/5   |    | 293/3, 924, 948/4, 976   | 263, 293/3, 431, 948/4, 976   | 948/4, 948/5      |    | 924, 948/4                                 | 948/4                              | 948/4, 948/5                         |    |                   |       |       |    |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Ergebnis |               |   | Lebensphasen            |    |    |    |  |                            |                          |    |  |   |                       |            |  |  |                   |            |                         |                |                       |    |                                   |  |  |  |  |
|----------|---------------|---|-------------------------|----|----|----|--|----------------------------|--------------------------|----|--|---|-----------------------|------------|--|--|-------------------|------------|-------------------------|----------------|-----------------------|----|-----------------------------------|--|--|--|--|
|          |               |   | Bedarfs-und Netzplanung |    |    |    | Rahmen- und Detailplanung  |                            |                          |    | Bauvorbereitung und -durchführung  |   |                       |            | Betrieb  |  |                   |            | Erhaltung               |                |                       |    | Umnutzung/Rückbau                 |  |  |  |  |
|          |               |   |                         |    |    |    |  |                            |                          |    |  |   |                       |            |  |  |                   |            |                         |                |                       |    |                                   |  |  |  |  |
| QP       | QL            | QS                                      | QV                      | QP | QL | QS | QV   | QP                         | QL                       | QS | QV   | QP  | QL                    | QS         | QV   | QP   | QL                | QS         | QV                      | QP             | QL                    | QS | QV                                |  |  |  |  |
| Hardware | Befestigung   | Brückenbeläge                           |                         |    |    |    | 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 924, 948/3, 948/4                            | 948/3, 948/4               | 948/3, 948/4, 948/5      |    | 425 B1, 425 B2, 425 B3, 425 B4, 778/1, 779/2, 780/2, 780/4, 781/1, 779/2, 781/2, 780/2, 780/4, 781/1, 781/2, 783/2, 783/3, 783/3, 783/5, 924, 948/4, 948/7 | 778/1, 779/2, 780/2, 780/4, 781/1, 781/2, 783/2, 783/5, 784/3, 783/2, 783/3, 783/5, 784/5, 948/4, 948/5 |                       | 924, 948/4 | 263.431, 948/4   | 948/4, 948/5   |                   | 924, 948/4 | 948/4                   | 948/4, 948/5   |                       |    |                                   |  |  |  |  |
|          | Ent-wässerung | Straßenraum (oberirdisch)               |                         |    |    |    | 200.236, 510.545, 924, 948/3, 948/4  | 545, 948/3, 948/4          | 545, 948/3, 948/4, 948/5 |    | 251.283, 510.514, 516.545, 590.598, 924, 948/4, 948/7  | 948/4, 948/6  | 948/4, 948/5          |            | 251, 390/2, 441.514, 598, 545.598, 924, 948/4                              | 390/2, 441.545, 598, 948/4                             | 948/5             |            | 545.598, 924, 948/4     | 545.598, 948/4 | 545.598, 948/4, 948/5 |    |                                   |  |  |  |  |
|          |               | Ver- und Entsorgung (unterirdisch)      |                         |    |    |    | 510.924, 939, 948/3, 948/4   | 948/3, 948/4               | 948/3, 948/4, 948/5      |    | 510.514, 516.598, 599.924, 939, 948/4, 948/7   | 514.598, 939, 948/4, 948/6  | 514.598, 948/4, 948/5 |            | 390/2, 514.598, 924, 948/4   | 390/2, 598, 948/4                                      | 598, 948/4, 948/5 |            | 598.924, 948/4          | 598, 948/4     | 598, 948/4, 948/5     |    |                                   |  |  |  |  |
|          |               | Sickeranlagen, Rückhalte-becken         |                         |    |    |    | 254.544, 624.924, 948/3, 948/4   | 624, 948/3, 948/4          | 948/3, 948/4, 948/5      |    | 514.598, 599.611, 924, 948/4, 948/7  | 514.598, 611, 948/4, 948/6  | 514.598, 948/4, 948/5 |            | 390/2, 514.544, 598, 598.924, 948/4  | 390/2, 598, 948/4                                      | 598, 948/4, 948/5 |            | 544.598, 624.924, 948/4 | 598, 948/4     | 598, 948/4, 948/5     |    |                                   |  |  |  |  |
|          | Vegetation    | Rasenflächen                            |                         |    |    |    | 200.232, 248.254, 298, 2932  | 232.248, 298, 2932         | 298                      |    | 224.232, 248.298, 2932   | 224.232, 246.248, 298, 2932   | 224.298               |            | 224.232, 248.298, 2932, 390/1, 390/2                                       | 232.248, 248/1   |                   |            | 232                     | 232            |                       |    | 224                               |  |  |  |  |
|          |               | Gehölze                                 |                         |    |    |    | 200.232, 248.254, 298, 2932  | 232.248, 298, 2932         |                          |    | 224.232, 248.298, 2932   | 224.232, 246.248, 298, 2932   | 224.298               |            | 224.232, 248.298, 2932, 390/1  | 232.248, 248/1, 298, 2932, 390/1                       | 298               |            | 232                     | 232            |                       |    | 224                               |  |  |  |  |
|          |               | Bäume                                   |                         |    |    |    | 200.232, 235.248, 254.298, 2932, 939   | 232.248, 298, 2932         | 298                      |    | 230.232, 235.248, 283, 293/4, 2932, 298, 939   | 232.246, 248.283, 2932, 298, 939  | 298                   |            | 232.235, 248.298, 2932, 390/1  | 232.248, 248/1, 293/4, 298, 2932, 390/1                |                   |            | 232                     | 232            |                       |    |                                   |  |  |  |  |
|          | Ausstattung   | Verkehrs-zeichen und -anlage (Regelung) |                         |    |    |    | 200.252, 318.321, 377.384, 386.393, 395                                      | 377.384, 386.393           |                          |    | 318, 329/3, 350.363, 368/4, 377.384, 386.394, 395  | 377.384, 386  |                       |            | 318.347, 384.386, 389, 390/2, 394  | 309.318, 384.386, 389, 390/2, 394                      | 389               |            | 389                     | 389            | 389                   |    | 368/4                             |  |  |  |  |
|          |               | Verkehrs-zeichen und -anlage (Lenkung)  |                         |    |    |    | 200.240, 245.259, 310.328, 329, 329/1, 329/2, 329/4, 329/5, 373.386, 393.395 | 329, 329/1, 329/2, 386.393 |                          |    | 245.259, 328.329, 329/1, 329/2, 329/3, 368/1, 368/2, 368/3, 368/4, 368/6, 368/7, 368/3, 368/4, 368/6, 368/7, 386.394, 395                                  | 329/2, 368/1, 368/2, 368/3, 368/4, 368/6, 368/7, 386.394, 395   |                       |            | 259.283, 304/1, 304/2, 310.311, 329/2, 329/2, 347.359, 386.389, 390/2, 394 | 304/1, 304/2, 309.311, 329/2, 359.386, 389, 390/2, 394 | 389               |            | 389                     | 389            | 389                   |    | 368/1, 368/2, 368/4, 368/6, 368/7 |  |  |  |  |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Ergebnis |                        |                            | Lebensphasen  |                  |     |     |   |   |                |     |   |   |                     |  |   |   |          |         |   |                  |            |     |                                |              |  |  |  |
|----------|------------------------|----------------------------|---|------------------|-----|-----|---|---|----------------|-----|---|---|---------------------|--|---|---|----------|---------|---|------------------|------------|-----|--------------------------------|--------------|--|--|--|
|          |                        |                            | Bedarfs-und Netzplanung                               |                  |     |     | Rahmen- und Detailplanung   |   |                |     | Bauvorbereitung und -durchführung   |   |                     |  | Betrieb   |   |          |         | Erhaltung   |                  |            |     | Umnutzung/Rückbau              |              |  |  |  |
|          |                        |                            |   |                  |     |     |   |   |                |     |   |   |                     |  |   |   |          |         |   |                  |            |     |                                |              |  |  |  |
| QP       | QL                     | QS                         | QV  | QP               | QL  | QS  | QV  | QP  | QL             | QS  | QV  | QP                                      | QL                  | QS   | QV  | QP                                      | QL       | QS      | QV  | QP               | QL         | QS  | QV                             |              |  |  |  |
| Hardware | Ausstattung            | Lichtsignal-anlage         |   |                  |     |     | 114,200, 242,256, 284,288, 289,298, 321, 321/1, 321/2, 321/3, 370   | 242,298, 321, 321/2, 321/3                  | 298,321, 321/3 |     | 114,298, 321, 321/1, 321/2, 321/3, 368/9, 370   | 284,298, 321, 321/2, 321/3, 368/9       | 284,298, 321, 321/3 | 114,132, 256,321, 316/1, 321/1, 321/2, 321/3, 334, 368/9, 383,389, 390/2 | 114,284, 298,321, 316/1, 316/2, 321/2, 321/3, 383,389, 390/2                            | 284,298, 321,389                        | 389      | 284,389 | 284,389   |                  | 368/9      |     |                                |              |  |  |  |
|          |                        | Fahrbahn-markierung        |   |                  |     |     | 200,252, 298,321, 330/1, 384  | 298,321, 384                                | 298            |     | 298, 330/2, 341, 341/1, 375,384, 387  | 298,341, 341/1, 375,384, 387            |                     | 298,347, 384,389   | 298,384, 389  | 298,389                                 | 389      | 389     | 389   |                  | 330/1, 341 |     |                                |              |  |  |  |
|          |                        | Detektor                   |   |                  |     |     | 321   |   |                |     | 312   | 312                                     |                     |  | 256,312, 389  | 312,389                                 | 389      |         | 312,389   | 312,389          | 389        |     |                                |              |  |  |  |
|          |                        | Information/Werbung        |   |                  |     |     |   |   |                |     | 230   |   |                     |  | 389   | 389                                     | 389      |         | 389   | 389              | 389        |     |                                |              |  |  |  |
|          |                        | Fahrzeug-Rückhalte-systeme |   |                  |     |     | 298, 343  | 298, 343                                    | 298            |     | 298, 313, 343, 360, 362, 366, 367, 368/8  | 298, 343, 360, 362, 366, 367, 368/8     | 298                 |  | 298, 389  | 298, 389                                | 298, 389 |         | 389   | 389              | 389        |     | 367                            |              |  |  |  |
|          |                        | Querungshilfe für Tiere    |   |                  |     |     | 231,261, 298  | 231,261, 298                                | 298            |     | 231,261, 298  | 261,298                                 |                     |  | 261,298, 389  | 231,261, 298,389                        | 298,389  |         | 389   | 389              | 389        |     |                                |              |  |  |  |
|          |                        | Haltestelle                | 159   |                  |     |     | 114,128, 159,200, 212,236, 239,240, 249,284, 288,289  | 114   |                |     | 114,128, 212,289  | 114                                     |                     |  | 114   | 114                                     |          |         |   |                  |            |     |                                |              |  |  |  |
|          |                        | Beleuchtung                |   |                  |     |     | 200,212, 252,298  | 298   | 298            |     | 212,230, 283,298  | 298                                     | 298                 |  | 298, 390/2  | 298, 390/2                              | 298      |         |   |                  |            |     |                                |              |  |  |  |
| Software | Verkehrs-konzept       | Verkehrs-konzept           | 141,143, 144, 148/1, 148/2, 149,156, 157,158, 162,951 | 149,155, 157,951 | 149 | 149 | 116,117, 130,132, 132/1, 132/2, 133,134, 135,136, 139,141, 143,144, 146, 148/1, 148/2, 149,152, 153,156, 157,158, 161,162, 307, 382/1, 388,944, 951 | 116,117, 135,149, 153,155, 157,162, 388,951 | 149, 161       | 149 | 116,117, 130,133, 134,135, 141,143, 144, 148/1, 148/2, 149,156, 157,158, 162, 382/1, 388,944, 951 | 116,117, 135,149, 155,157, 162,388, 951 | 149                 | 149  | 116,117, 130,133, 134,141, 143,144, 148/1, 148/2, 149,156, 157,158, 162, 382/1, 388,951 | 116,117, 149,155, 157,162, 388,944, 951 | 149      | 149     | 141,143, 144, 148/1, 148/2, 149,156, 157,158, 951 | 149,155, 157,951 | 149        | 149 | 141,143, 144,156, 157,158, 951 | 155,157, 951 |  |  |  |
|          |                        | Strategie-management       |   |                  |     |     | 163,381, 381/1  | 381, 381/1                                  |                |     | 163,381, 381/1  | 163,381, 381/1                          |                     |  |   |   |          |         |   |                  |            |     |                                |              |  |  |  |
|          | Betriebs-konzept       | Fahrplan                   |   |                  |     |     | 128, 128/1, 137   |   |                |     | 128, 128/1, 137   |   |                     |  | 114,128, 128/1  | 114                                     |          |         |   |                  |            |     |                                |              |  |  |  |
|          |                        | Tarifgestaltung            |   |                  |     |     | 128, 128/1,   |   |                |     | 128, 128/1,   |   |                     |  | 128, 128/1,   |   |          |         |   |                  |            |     |                                |              |  |  |  |
|          | Verkehrs-beeinflussung | Netz-beeinflussung         |   |                  |     |     | 305,310   | 376   |                |     |   | 376                                     |                     |  | 304/1, 304/2, 310,311, 359  | 304/1, 304/2, 311,359, 376              |          |         |   |                  |            |     |                                |              |  |  |  |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Ergebnis       |                                  |                                     | Lebensphasen            |     |    |    |   |   |         |    |   |   |   |     |  |   |   |   |           |     |    |    |   |     |  |  |
|----------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----|----|----|---|---|---------|----|---|---|---|-----|--|---|---|---|-----------|-----|----|----|---|-----|--|--|
|                |                                  |                                     | Bedarfs-und Netzplanung |     |    |    | Rahmen- und Detailplanung   |   |         |    | Bauvorbereitung und -durchführung   |   |   |     | Betrieb  |   |   |   | Erhaltung |     |    |    | Umnutzung/Rückbau                             |     |  |  |
|                |                                  |                                     |                         |     |    |    |   |   |         |    |   |   |   |     |  |   |   |   |           |     |    |    |   |     |  |  |
| QP             | QL                               | QS                                  | QV                      | QP  | QL | QS | QV  | QP  | QL      | QS | QV  | QP  | QL  | QS  | QV   | QP  | QL  | QS  | QV        | QP  | QL | QS | QV  |     |  |  |
| Dienstleistung | Verkehrs-<br>beeinflus-<br>sung  | Strecken-<br>beeinflussung          |                         |     |    |    | 305,306,<br>310   | 376   |         |    |   | 376   |   |     |  | 304/1,<br>304/2,<br>306,310,<br>311,359                         | 304/1,<br>304/2,<br>311,359,<br>376                               |   |           |     |    |    |   |     |  |  |
|                |                                  | Knotenpunkt-<br>beeinflussung       |                         |     |    |    | 305,310   | 376   |         |    |   | 376   |   |     |  | 304/1,<br>304/2,<br>310,311,<br>359                             | 304/1,<br>304/2,<br>311,359,<br>376                               |   |           |     |    |    |   |     |  |  |
|                |                                  | Lichtsignal-<br>steuerung           |                         |     |    |    | 114,201,<br>242,256,<br>284,299,<br>321,<br>321/1,<br>321/2,<br>321/3,<br>361,376,<br>378                               | 114,201,<br>256,321,<br>321/2,<br>321/3,<br>361,376,<br>378                                     | 299,321 |    |   | 114,312,<br>321,<br>321/1,<br>321/2,<br>321/3,<br>361,378                                       | 114,312,<br>321,<br>321/2,<br>321/3,<br>361,376,<br>378 | 321 |  |   | 114,256,<br>299,312,<br>321,<br>321/1,<br>321/2,<br>321/3,<br>378 | 114,256,<br>299,312,<br>321,<br>321/2,<br>321/3,<br>376,378 | 299,321   |     |    |    |   |     |  |  |
|                | Nachfrage-<br>beeinflus-<br>sung | Mobilitäts-<br>management           |                         |     |    |    | 128/1,<br>163   |   |         |    | 128/1,<br>163   | 163   |   |     | 128/1  |   |   |   |           |     |    |    |   |     |  |  |
|                |                                  | Transport-<br>management            |                         |     |    |    | 140   | 140   |         |    |   |   |   |     |  |   |   |   |           |     |    |    |   |     |  |  |
|                | Bauunter-<br>stützung            | Vermessung                          | 951                     | 951 |    |    | 294,951   | 294,951   |         |    | 247,294,<br>929,951   | 247,294,<br>929,951   |   |     | 294,951  | 294,951   |   |   | 951       | 951 |    |    | 951   | 951 |  |  |
|                |                                  | Leistungs-<br>beschreibung          | 951                     | 951 |    |    | 951   | 951   |         |    | 929,951   | 929,951   |   |     | 951  | 951   |   |   | 951       | 951 |    |    | 951   | 951 |  |  |
|                | Datenhaltung                     | Straßen-<br>Informations-<br>Banken | 951                     | 951 |    |    | 294,951   | 294,951   |         |    | 294,951   | 294,951   |   |     | 294, 951   | 294, 951  |   |   | 951       | 951 |    |    | 951   | 951 |  |  |
|                | Sicherungs-<br>arbeiten          | Absicherung                         |                         |     |    |    | 370   | 370   |         |    | 350,362,<br>363,<br>368/1,<br>368/2,<br>368/3,<br>368/4,<br>368/6,<br>368/7,<br>368/8,<br>368/9 | 350,362,<br>363,<br>368/1,<br>368/2,<br>368/3,<br>368/4,<br>368/6,<br>368/7,<br>368/8,<br>368/9 |   |     | 370  | 370   |   |   | 827       |     |    |    | 368/1,<br>368/2,<br>368/4,<br>368/7,<br>368/9 |     |  |  |
|                | Verkehrs-<br>information         | Verkehrs-<br>information            |                         |     |    |    | 128,151,<br>212,236   |   |         |    | 128,151,<br>212,370   | 370   |   |     | 114,128,<br>151  | 151   |   |   |           |     |    |    |   |     |  |  |
|                | Daten-<br>erhebung               | Unfallaufnahme                      |                         |     |    |    |   |   |         |    |   |   |   |     | 316/1,<br>316/2  | 316/1,<br>316/2   |   |   |           |     |    |    |   |     |  |  |
|                |                                  | Verkehr-<br>serhebung               | 951                     | 951 |    |    | 120,125,<br>129,138,<br>160,299,<br>365,382,<br>386,<br>926/1,<br>926/2,<br>926/3,<br>926/4,<br>926/5,<br>926/6,<br>951 | 120,125,<br>160,382,<br>386,<br>926/1,<br>926/2,<br>926/3,<br>926/4,<br>926/5,<br>926/6,<br>951 |         |    | 120,382,<br>386,951   | 120,382,<br>386,951   |   |     | 120,125,<br>129,160,<br>226,234,<br>382,386,<br>433 D,<br>937,951  | 120,125,<br>160,382,<br>386,951                                 |   |   | 951       | 951 |    |    | 951   | 951 |  |  |
|                | Fahrgast-<br>beförderung         | Fahrgast-<br>beförderung            |                         |     |    |    | 128,<br>128/1,<br>135,145,<br>150,154   | 145,150,<br>154   |         |    | 128,<br>128/1,<br>135,145   | 145   |   |     | 114,128,<br>128/1,<br>135,145,<br>154                              | 114,145,<br>154   |   |   |           |     |    |    |   |     |  |  |
|                | Straßen-<br>betriebs-<br>dienst  | Straßen-<br>reinigung               |                         |     |    |    |   |   |         |    |   |   |   |     | 414  | 414   |   |   |           |     |    |    |   |     |  |  |
|                |                                  | Winterdienst                        |                         |     |    |    | 412   | 412   |         |    | 251   |   |   |     | 251,412,<br>414,416,<br>416 T,<br>416 T1,<br>421,<br>4162,<br>4181 | 379,<br>379/1,<br>412,413,<br>414,416,<br>418,<br>4162,<br>4181 | 416   |   |           |     |    |    |   |     |  |  |

5.2. Abgrenzung der Grundmodule im Straßen- und Verkehrswesen

| Ergebnis |   |  | Lebensphasen   |    |    |    |   |    |    |    |   |    |    |    |                                     |    |    |    |                                       |    |    |    |   |    |    |    |
|----------|---|--|--|----|----|----|---|----|----|----|---|----|----|----|-------------------------------------|----|----|----|---------------------------------------|----|----|----|---|----|----|----|
|          |   |  | Bedarfs-und<br>Netzplanung                           |    |    |    | Rahmen- und<br>Detailplanung                          |    |    |    | Bauvorbereitung und<br>-durchführung                              |    |    |    | Betrieb                             |    |    |    | Erhaltung                             |    |    |    | Umnutzung/Rückbau                             |    |    |    |
|          |   |  | QP   | QL | QS | QV | QP  | QL | QS | QV | QP  | QL | QS | QV | QP                                  | QL | QS | QV | QP                                    | QL | QS | QV | QP  | QL | QS | QV |
| Hardware | Netzgestaltung                          | Verkehrswegenetz                               | Netzgestaltung Bedarfs- und<br>Netzplanung           |    |    |    | Netzgestaltung Rahmen- und<br>Detailplanung           |    |    |    | Netzgestaltung<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung            |    |    |    | Netzgestaltung Betrieb              |    |    |    | Netzgestaltung Erhaltung              |    |    |    | Netzgestaltung<br>Umnutzung/Rückbau           |    |    |    |
|          | Straßen/Wege                            | Verkehrsfläche innerorts                       | Verkehrsfläche innerorts<br>Bedarfs- und Netzplanung |    |    |    | Verkehrsfläche innerorts<br>Rahmen- und Detailplanung |    |    |    | Verkehrsfläche innerorts<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung  |    |    |    | Verkehrsfläche innerorts<br>Betrieb |    |    |    | Verkehrsfläche innerorts<br>Erhaltung |    |    |    | Verkehrsfläche innerorts<br>Umnutzung/Rückbau |    |    |    |
|          |   | Verkehrsfläche außerorts                       | Verkehrsfläche außerorts<br>Bedarfs- und Netzplanung |    |    |    | Verkehrsfläche außerorts<br>Rahmen- und Detailplanung |    |    |    | Verkehrsfläche außerorts<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung  |    |    |    | Verkehrsfläche außerorts<br>Betrieb |    |    |    | Verkehrsfläche außerorts<br>Erhaltung |    |    |    | Verkehrsfläche außerorts<br>Umnutzung/Rückbau |    |    |    |
|          |   | Autobahn                                       | Autobahn Bedarfs- und<br>Netzplanung                 |    |    |    | Autobahn Rahmen- und<br>Detailplanung                 |    |    |    | Autobahn Bauvorbereitung<br>und -durchführung                     |    |    |    | Autobahn Betrieb                    |    |    |    | Autobahn Erhaltung                    |    |    |    | Autobahn<br>Umnutzung/Rückbau                 |    |    |    |
|          |   | Knotenpunkt                                    | Knotenpunkt Bedarfs- und<br>Netzplanung              |    |    |    | Knotenpunkt Rahmen- und<br>Detailplanung              |    |    |    | Knotenpunkt<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung               |    |    |    | Knotenpunkt Betrieb                 |    |    |    | Knotenpunkt Erhaltung                 |    |    |    | Knotenpunkt<br>Umnutzung/Rückbau              |    |    |    |
|          |   | Rastanlage/Parkraum                            | Rastanlage/Parkraum<br>Bedarfs- und Netzplanung      |    |    |    | Rastanlage/Parkraum<br>Rahmen- und Detailplanung      |    |    |    | Rastanlage/Parkraum<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung       |    |    |    | Rastanlage/Parkraum Betrieb         |    |    |    | Rastanlage/Parkraum<br>Erhaltung      |    |    |    |   |    |    |    |
|          | Verkehrsbauwerke<br>(Ingenieurbauwerke) | Brücken  |  |    |    |    | Brücken Rahmen- und<br>Detailplanung                  |    |    |    | Brücken Bauvorbereitung<br>und -durchführung                      |    |    |    | Brücken Betrieb                     |    |    |    | Brücken Erhaltung                     |    |    |    |   |    |    |    |
|          |   | Stützbauwerke                                  |  |    |    |    | Stützbauwerke Rahmen- und<br>Detailplanung            |    |    |    | Stützbauwerke<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung             |    |    |    | Stützbauwerke Betrieb               |    |    |    | Stützbauwerke Erhaltung               |    |    |    |   |    |    |    |
|          |   | Tunnel   |  |    |    |    | Tunnel Rahmen- und<br>Detailplanung                   |    |    |    | Tunnel Bauvorbereitung und<br>-durchführung                       |    |    |    | Tunnel Betrieb                      |    |    |    | Tunnel Erhaltung                      |    |    |    |   |    |    |    |
|          |   | Lärmschutzwände                                |  |    |    |    | Lärmschutzwände Rahmen-<br>und Detailplanung          |    |    |    | Lärmschutzwände<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung           |    |    |    | Lärmschutzwände Betrieb             |    |    |    | Lärmschutzwände Erhaltung             |    |    |    |   |    |    |    |
|          | Befestigung                             | Böschungen/Wälle                               |  |    |    |    | Böschungen/Wälle Rahmen-<br>und Detailplanung         |    |    |    | Böschungen/Wälle<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung          |    |    |    | Böschungen/Wälle Betrieb            |    |    |    | Böschungen/Wälle Erhaltung            |    |    |    | Böschungen/Wälle<br>Umnutzung/Rückbau         |    |    |    |
|          |   | Unterbau                                       |  |    |    |    | Unterbau Rahmen- und<br>Detailplanung                 |    |    |    | Unterbau Bauvorbereitung<br>und -durchführung                     |    |    |    | Unterbau Betrieb                    |    |    |    | Unterbau Erhaltung                    |    |    |    | Unterbau<br>Umnutzung/Rückbau                 |    |    |    |
|          |   | ungebundene Schichten des<br>Oberbaus          |  |    |    |    | ungeb. Schichten Rahmen-<br>und Detailplanung         |    |    |    | ungeb. Schichten<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung          |    |    |    | ungeb. Schichten Betrieb            |    |    |    | ungeb. Schichten Erhaltung            |    |    |    | ungeb. Schichten<br>Umnutzung/Rückbau         |    |    |    |
|          |   | hydraulisch gebundene<br>Tragschichten         |  |    |    |    | hydr. geb. Tragschichten<br>Rahmen- und Detailplanung |    |    |    | hydr. geb. Tragschichten<br>Bauvorbereitung und -<br>durchführung |    |    |    | hydr. geb. Tragschichten<br>Betrieb |    |    |    | hydr. geb. Tragschichten<br>Erhaltung |    |    |    | hydr. geb. Tragschichten<br>Umnutzung/Rückbau |    |    |    |
|          |   | bituminös gebundene<br>Schichten (außer Decke) |  |    |    |    | bit. geb. Schichten Rahmen-<br>und Detailplanung      |    |    |    | bit. geb. Schichten<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung       |    |    |    | bit. geb. Schichten Betrieb         |    |    |    | bit. geb. Schichten Erhaltung         |    |    |    | bit. geb. Schichten<br>Umnutzung/Rückbau      |    |    |    |
|          |   | Decken aus Asphalt                             |  |    |    |    | Decken aus Asphalt<br>Rahmen- und Detailplanung       |    |    |    | Decken aus Asphalt<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung        |    |    |    | Decken aus Asphalt Betrieb          |    |    |    | Decken aus Asphalt<br>Erhaltung       |    |    |    | Decken aus Asphalt<br>Umnutzung/Rückbau       |    |    |    |
|          |   | Decken aus Beton                               |  |    |    |    | Decken aus Beton Rahmen-<br>und Detailplanung         |    |    |    | Decken aus Beton<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung          |    |    |    | Decken aus Beton Betrieb            |    |    |    | Decken aus Beton Erhaltung            |    |    |    | Decken aus Beton<br>Umnutzung/Rückbau         |    |    |    |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)



(Fortsetzung)

| Ergebnis |              |   | Lebensphasen                               |    |    |    |  |  |    |    |                                      |   |    |    |         |   |    |    |           |  |    |    |                   |  |  |  |
|----------|--------------|---|--|----|----|----|--|--|----|----|--------------------------------------|---|----|----|---------|---|----|----|-----------|--|----|----|-------------------|--|--|--|
|          |              |   | Bedarfs-und<br>Netzplanung                 |    |    |    | Rahmen- und<br>Detailplanung   |  |    |    | Bauvorbereitung und<br>-durchführung |   |    |    | Betrieb |   |    |    | Erhaltung |  |    |    | Umnutzung/Rückbau |  |  |  |
|          |              |   |  |    |    |    |  |  |    |    |                                      |   |    |    |         |   |    |    |           |  |    |    |                   |  |  |  |
| QP       | QL           | QS  | QV   | QP | QL | QS | QV   | QP   | QL | QS | QV                                   | QP  | QL | QS | QV      | QP  | QL | QS | QV        | QP   | QL | QS | QV                |  |  |  |
| Hardware | Befestigung  | Pflasterdecken                            |  |    |    |    | Pflasterdecken Rahmen- und<br>Detailplanung                            | Pflasterdecken<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung                           |    |    |                                      | Pflasterdecken Betrieb                            |    |    |         | Pflasterdecken Erhaltung                            |    |    |           |  |    |    |                   |  |  |  |
|          |              | ländliche Wege                            | ländliche Wege Bedarfs- und<br>Netzplanung |    |    |    | ländliche Wege Rahmen- und<br>Detailplanung                            | ländliche Wege<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung                           |    |    |                                      | ländliche Wege Betrieb                            |    |    |         | ländliche Wege Erhaltung                            |    |    |           |  |    |    |                   |  |  |  |
|          |              | befestigter Seitenraum                    |  |    |    |    | befestigter Seitenraum<br>Rahmen- und Detailplanung                    | befestigter Seitenraum<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung                   |    |    |                                      | befestigter Seitenraum<br>Betrieb                 |    |    |         | befestigter Seitenraum<br>Erhaltung                 |    |    |           |  |    |    |                   |  |  |  |
|          |              | Aufgrabungen                              |  |    |    |    | Aufgrabungen Rahmen- und<br>Detailplanung                              | Aufgrabungen<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung                             |    |    |                                      | Aufgrabungen Betrieb                              |    |    |         | Aufgrabungen Erhaltung                              |    |    |           |  |    |    |                   |  |  |  |
|          |              | Brückenbeläge                             |  |    |    |    | Brückenbeläge Rahmen- und<br>Detailplanung                             | Brückenbeläge<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung                            |    |    |                                      | Brückenbeläge Betrieb                             |    |    |         | Brückenbeläge Erhaltung                             |    |    |           |  |    |    |                   |  |  |  |
|          | Entwässerung | Straßenraum (oberirdisch)                 |  |    |    |    | Straßenraum Rahmen- und<br>Detailplanung                               | Straßenraum<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung                              |    |    |                                      | Straßenraum Betrieb                               |    |    |         | Straßenraum Erhaltung                               |    |    |           |  |    |    |                   |  |  |  |
|          |              | Ver- und Entsorgung<br>(unterirdisch)     |  |    |    |    | Ver- und Entsorgung<br>Rahmen- und Detailplanung                       | Ver- und Entsorgung<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung                      |    |    |                                      | Ver- und Entsorgung Betrieb                       |    |    |         | Ver- und Entsorgung<br>Erhaltung                    |    |    |           |  |    |    |                   |  |  |  |
|          |              | Sickeranlagen,<br>Rückhaltebecken         |  |    |    |    | Sickeranlagen,<br>Rückhaltebecken Rahmen-<br>und Detailplanung         | Sickeranlagen,<br>Rückhaltebecken<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung        |    |    |                                      | Sickeranlagen,<br>Rückhaltebecken Betrieb         |    |    |         | Sickeranlagen,<br>Rückhaltebecken Erhaltung         |    |    |           |  |    |    |                   |  |  |  |
|          | Vegetation   | Rasenflächen                              |  |    |    |    | Rasenflächen Rahmen- und<br>Detailplanung                              | Rasenflächen<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung                             |    |    |                                      | Rasenflächen Betrieb                              |    |    |         | Rasenflächen Erhaltung                              |    |    |           | Rasenflächen<br>Umnutzung/Rückbau                              |    |    |                   |  |  |  |
|          |              | Gehölze                                   |  |    |    |    | Gehölze Rahmen- und<br>Detailplanung                                   | Gehölze Bauvorbereitung<br>und -durchführung                                     |    |    |                                      | Gehölze Betrieb                                   |    |    |         | Gehölze Erhaltung                                   |    |    |           | Gehölze<br>Umnutzung/Rückbau                                   |    |    |                   |  |  |  |
|          |              | Bäume                                     |  |    |    |    | Bäume Rahmen- und<br>Detailplanung                                     | Bäume Bauvorbereitung und<br>-durchführung                                       |    |    |                                      | Bäume Betrieb                                     |    |    |         | Bäume Erhaltung                                     |    |    |           |  |    |    |                   |  |  |  |
|          | Ausstattung  | Verkehrszeichen und<br>-anlage (Regelung) |  |    |    |    | Verkehrszeichen und -anlage<br>(Regelung) Rahmen- und<br>Detailplanung | Verkehrszeichen und -anlage<br>(Regelung) Bauvorbereitung<br>und -durchführung   |    |    |                                      | Verkehrszeichen und -anlage<br>(Regelung) Betrieb |    |    |         | Verkehrszeichen und -anlage<br>(Regelung) Erhaltung |    |    |           | Verkehrszeichen und -anlage<br>(Regelung)<br>Umnutzung/Rückbau |    |    |                   |  |  |  |
|          |              | Verkehrszeichen und<br>-anlage (Lenkung)  |  |    |    |    | Verkehrszeichen und<br>-anlage (Lenkung) Rahmen-<br>und Detailplanung  | Verkehrszeichen und<br>-anlage (Lenkung)<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung |    |    |                                      | Verkehrszeichen und<br>-anlage (Lenkung) Betrieb  |    |    |         | Verkehrszeichen und<br>-anlage (Lenkung) Erhaltung  |    |    |           | Verkehrszeichen und<br>-anlage (Lenkung)<br>Umnutzung/Rückbau  |    |    |                   |  |  |  |
|          |              | Lichtsignalanlage                         |  |    |    |    | Lichtsignalanlage Rahmen-<br>und Detailplanung                         | Lichtsignalanlage<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung                        |    |    |                                      | Lichtsignalanlage Betrieb                         |    |    |         | Lichtsignalanlage Erhaltung                         |    |    |           | Lichtsignalanlage<br>Umnutzung/Rückbau                         |    |    |                   |  |  |  |
|          |              | Fahrbahnmarkierung                        |  |    |    |    | Fahrbahnmarkierung<br>Rahmen- und Detailplanung                        | Fahrbahnmarkierung<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung                       |    |    |                                      | Fahrbahnmarkierung Betrieb                        |    |    |         | Fahrbahnmarkierung<br>Erhaltung                     |    |    |           | Fahrbahnmarkierung<br>Umnutzung/Rückbau                        |    |    |                   |  |  |  |
|          |              | Detektor                                  |  |    |    |    |  | Detektor Bauvorbereitung<br>und -durchführung                                    |    |    |                                      | Detektor Betrieb                                  |    |    |         | Detektor Erhaltung                                  |    |    |           |  |    |    |                   |  |  |  |
|          |              | Information/Werbung                       |  |    |    |    | Information/Werbung<br>Rahmen- und Detailplanung                       | Information/Werbung<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung                      |    |    |                                      | Information/Werbung Betrieb                       |    |    |         | Information/Werbung<br>Erhaltung                    |    |    |           |  |    |    |                   |  |  |  |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Ergebnis |                             |                            | Lebensphasen                                |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |                                      |    |    |    |  |    |    |    |  |    |    |    |
|----------|-----------------------------|----------------------------|---|----|----|----|--|----|----|----|---|----|----|----|--------------------------------------|----|----|----|--|----|----|----|--|----|----|----|
|          |                             |                            | Bedarfs-und<br>Netzplanung                  |    |    |    | Rahmen- und<br>Detailplanung                           |    |    |    | Bauvorbereitung und<br>-durchführung                              |    |    |    | Betrieb                              |    |    |    | Erhaltung                              |    |    |    | Umnutzung/Rückbau                              |    |    |    |
|          |                             |                            | QP  | QL | QS | QV | QP   | QL | QS | QV | QP  | QL | QS | QV | QP                                   | QL | QS | QV | QP                                     | QL | QS | QV | QP   | QL | QS | QV |
| Hardware | Ausstattung                 | Fahrzeug- Rückhaltesysteme |   |    |    |    | Fahrzeug-Rückhaltesysteme<br>Rahmen- und Detailplanung |    |    |    | Fahrzeug-Rückhaltesysteme<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung |    |    |    | Fahrzeug-Rückhaltesysteme<br>Betrieb |    |    |    | Fahrzeug-Rückhaltesysteme<br>Erhaltung |    |    |    | Fahrzeug-Rückhaltesysteme<br>Umnutzung/Rückbau |    |    |    |
|          |                             | Querungshilfe für Tiere    |   |    |    |    | Querungshilfe für Tiere<br>Rahmen- und Detailplanung   |    |    |    | Querungshilfe für Tiere<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung   |    |    |    | Querungshilfe für Tiere<br>Betrieb   |    |    |    | Querungshilfe für Tiere<br>Erhaltung   |    |    |    |  |    |    |    |
|          |                             | Haltestelle                | Haltestelle Bedarfs- und<br>Netzplanung     |    |    |    | Haltestelle Rahmen- und<br>Detailplanung               |    |    |    | Haltestelle Bauvorbereitung<br>und -durchführung                  |    |    |    | Haltestelle Betrieb                  |    |    |    | Haltestelle Erhaltung                  |    |    |    |  |    |    |    |
|          |                             | Beleuchtung                |   |    |    |    | Beleuchtung Rahmen- und<br>Detailplanung               |    |    |    | Beleuchtung Bauvorbereitung<br>und -durchführung                  |    |    |    | Beleuchtung Betrieb                  |    |    |    | Beleuchtung Erhaltung                  |    |    |    |  |    |    |    |
| Software | Verkehrskonzept             | Verkehrskonzept            | Verkehrskonzept Bedarfs-<br>und Netzplanung |    |    |    | Verkehrskonzept Rahmen-<br>und Detailplanung           |    |    |    | Verkehrskonzept<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung           |    |    |    | Verkehrskonzept Betrieb              |    |    |    | Verkehrskonzept Erhaltung              |    |    |    | Verkehrskonzept<br>Umnutzung/Rückbau           |    |    |    |
|          | Betriebskonzept             | Strategiemanagement        |   |    |    |    | Strategiemanagement<br>Rahmen- und Detailplanung       |    |    |    | Strategiemanagement<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung       |    |    |    | Strategiemanagement<br>Betrieb       |    |    |    | Strategiemanagement<br>Erhaltung       |    |    |    |  |    |    |    |
|          |                             | Fahrplan                   |   |    |    |    | Fahrplan Rahmen- und<br>Detailplanung                  |    |    |    | Fahrplan Bauvorbereitung<br>und -durchführung                     |    |    |    | Fahrplan Betrieb                     |    |    |    |  |    |    |    |  |    |    |    |
|          |                             | Tarifgestaltung            |   |    |    |    | Tarifgestaltung Rahmen- und<br>Detailplanung           |    |    |    | Tarifgestaltung<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung           |    |    |    | Tarifgestaltung Betrieb              |    |    |    |  |    |    |    |  |    |    |    |
|          | Verkehrs-<br>beeinflussung  | Netzbeeinflussung          |   |    |    |    | Netzbeeinflussung Rahmen-<br>und Detailplanung         |    |    |    | Netzbeeinflussung<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung         |    |    |    | Netzbeeinflussung Betrieb            |    |    |    | Netzbeeinflussung Erhaltung            |    |    |    |  |    |    |    |
|          |                             | Streckenbeeinflussung      |   |    |    |    | Streckenbeeinflussung<br>Rahmen- und Detailplanung     |    |    |    | Streckenbeeinflussung<br>Bauvorbereitung und -<br>durchführung    |    |    |    | Streckenbeeinflussung<br>Betrieb     |    |    |    | Streckenbeeinflussung<br>Erhaltung     |    |    |    |  |    |    |    |
|          |                             | Knotenpunktbeeinflussung   |   |    |    |    | Knotenpunktbeeinflussung<br>Rahmen- und Detailplanung  |    |    |    | Knotenpunktbeeinflussung<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung  |    |    |    | Knotenpunktbeeinflussung<br>Betrieb  |    |    |    | Knotenpunktbeeinflussung<br>Erhaltung  |    |    |    |  |    |    |    |
|          |                             | Lichtsignalsteuerung       |   |    |    |    | Lichtsignalsteuerung<br>Rahmen- und Detailplanung      |    |    |    | Lichtsignalsteuerung<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung      |    |    |    | Lichtsignalsteuerung Betrieb         |    |    |    | Lichtsignalsteuerung<br>Erhaltung      |    |    |    |  |    |    |    |
|          | Nachfrage-<br>beeinflussung | Mobilitätsmanagement       |   |    |    |    | Mobilitätsmanagement<br>Rahmen- und Detailplanung      |    |    |    | Mobilitätsmanagement<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung      |    |    |    | Mobilitätsmanagement<br>Betrieb      |    |    |    |  |    |    |    |  |    |    |    |
|          |                             | Transportmanagement        |   |    |    |    | Transportmanagement<br>Rahmen- und Detailplanung       |    |    |    | Transportmanagement<br>Bauvorbereitung und<br>-durchführung       |    |    |    | Transportmanagement<br>Betrieb       |    |    |    |  |    |    |    |  |    |    |    |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Ergebnis       |                            |                             | Lebensphasen   |    |    |    |   |    |    |    |   |    |    |    |                                     |    |    |    |                                       |    |    |    |   |    |    |    |
|----------------|----------------------------|-----------------------------|--|----|----|----|---|----|----|----|---|----|----|----|-------------------------------------|----|----|----|---------------------------------------|----|----|----|---|----|----|----|
|                |                            |                             | Bedarfs-und Netzplanung                              |    |    |    | Rahmen- und Detailplanung                             |    |    |    | Bauvorbereitung und -durchführung                             |    |    |    | Betrieb                             |    |    |    | Erhaltung                             |    |    |    | Umnutzung/Rückbau                             |    |    |    |
|                |                            |                             | QP   | QL | QS | QV | QP  | QL | QS | QV | QP  | QL | QS | QV | QP                                  | QL | QS | QV | QP                                    | QL | QS | QV | QP  | QL | QS | QV |
| Dienstleistung | Bauunterstützung           | Vermessung                  | Vermessung Bedarfs- und Netzplanung                  |    |    |    | Vermessung Rahmen- und Detailplanung                  |    |    |    | Vermessung Bauvorbereitung und -durchführung                  |    |    |    | Vermessung Betrieb                  |    |    |    | Vermessung Erhaltung                  |    |    |    | Vermessung Umnutzung/Rückbau                  |    |    |    |
|                |                            | Leistungsbeschreibung       | Leistungsbeschreibung Bedarfs- und Netzplanung       |    |    |    | Leistungsbeschreibung Rahmen- und Detailplanung       |    |    |    | Leistungsbeschreibung Bauvorbereitung und -durchführung       |    |    |    | Leistungsbeschreibung Betrieb       |    |    |    | Leistungsbeschreibung Erhaltung       |    |    |    | Leistungsbeschreibung Umnutzung/Rückbau       |    |    |    |
|                | Datenhaltung               | Straßen-Informations-Banken | Straßen-Informations-Banken Bedarfs- und Netzplanung |    |    |    | Straßen-Informations-Banken Rahmen- und Detailplanung |    |    |    | Straßen-Informations-Banken Bauvorbereitung und -durchführung |    |    |    | Straßen-Informations-Banken Betrieb |    |    |    | Straßen-Informations-Banken Erhaltung |    |    |    | Straßen-Informations-Banken Umnutzung/Rückbau |    |    |    |
|                | Sicherungsarbeiten         | Absicherung                 |  |    |    |    | Absicherung Rahmen- und Detailplanung                 |    |    |    | Absicherung Bauvorbereitung und -durchführung                 |    |    |    | Absicherung Betrieb                 |    |    |    |                                       |    |    |    |   |    |    |    |
|                | Verkehrsinformation        | Verkehrsinformation         |  |    |    |    | Verkehrsinformation Rahmen- und Detailplanung         |    |    |    | Verkehrsinformation Bauvorbereitung und -durchführung         |    |    |    | Verkehrsinformation Betrieb         |    |    |    |                                       |    |    |    |   |    |    |    |
|                | Datenerhebung              | Unfallaufnahme              |  |    |    |    | Unfallaufnahme Rahmen- und Detailplanung              |    |    |    | Unfallaufnahme Bauvorbereitung und -durchführung              |    |    |    | Unfallaufnahme Betrieb              |    |    |    |                                       |    |    |    |   |    |    |    |
|                |                            | Verkehrserhebung            | Verkehrserhebung Bedarfs- und Netzplanung            |    |    |    | Verkehrserhebung Rahmen- und Detailplanung            |    |    |    | Verkehrserhebung Bauvorbereitung und -durchführung            |    |    |    | Verkehrserhebung Betrieb            |    |    |    | Verkehrserhebung Erhaltung            |    |    |    | Verkehrserhebung Umnutzung/Rückbau            |    |    |    |
|                | Fahrgastbeförderung        | Fahrgastbeförderung         |  |    |    |    | Fahrgastbeförderung Rahmen- und Detailplanung         |    |    |    | Fahrgastbeförderung Bauvorbereitung und -durchführung         |    |    |    | Fahrgastbeförderung Betrieb         |    |    |    |                                       |    |    |    |   |    |    |    |
|                | Straßenbetriebs-<br>dienst | Straßenreinigung            |  |    |    |    | Straßenreinigung Rahmen- und Detailplanung            |    |    |    | Straßenreinigung Bauvorbereitung und -durchführung            |    |    |    | Straßenreinigung Betrieb            |    |    |    |                                       |    |    |    |   |    |    |    |
|                |                            | Winterdienst                |  |    |    |    | Winterdienst Rahmen- und Detailplanung                |    |    |    | Winterdienst Bauvorbereitung und -durchführung                |    |    |    | Winterdienst Betrieb                |    |    |    |                                       |    |    |    |   |    |    |    |

Legende:

Grundmodul

Als Grundmodul zu berücksichtigen, obwohl das Technische Regelwerk dies nicht direkt anspricht

Nicht als Grundmodul zu berücksichtigen

## 6. Zuordnung des Technischen Regelwerks zu Generalgliederung

### 6.1. Zuordnung von ausgewählten R1-Regelwerken

| Bestandteile   | Inhalt   | Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN)   | Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) |
|--|--|--|--|
| Vorstellung des Regelwerks/<br>Wissens-<br>dokuments | Zweck des Regelwerks/<br>Wissensdokuments            | 1.1 Zweck  |  |
|  | Inhalt des Regelwerks/<br>Wissensdokuments           | 1.2 Inhalt   |  |
|  | Anwendungsbereich des<br>Regelwerks/Wissensdokuments | 1.3 Anwendungsbereich  |  |
|  | Allgemeines/Sonstiges                                |  |  |
| Definition eines<br>Leitbilds                        | Definition eines Leitbilds                           | 2 Grundsätze für die<br>Netzgestaltung   |  |
| Formulierung von<br>strategischen<br>Zielen          | Ziele zu Sicherheit                                  | 3.3 Bestimmung der<br>maßgebenden<br>Verbindungsstufe  |  |
|  |  | 5 Qualitätsvorgaben zur<br>Gestaltung von<br>Verkehrsnetzen,<br>Netzabschnitten und<br>Verknüpfungspunkten |  |
|  | Ziele zu Umwelt                                      | 2 Grundsätze für die<br>Netzgestaltung   | 2.4 Wahl der Bauweisen   |
|  |  | 3.3 Bestimmung der<br>maßgebenden<br>Verbindungsstufe  |  |
|  | Ziele zu Mobilität                                   | 3.3 Bestimmung der<br>maßgebenden<br>Verbindungsstufe  |  |
|  |  | 5 Qualitätsvorgaben zur<br>Gestaltung von<br>Verkehrsnetzen,<br>Netzabschnitten und<br>Verknüpfungspunkten |  |
|  | Ziele zu Wirtschaftlichkeit                          | 2 Grundsätze für die<br>Netzgestaltung   | 1 Allgemeines  |
|  |  |  | 2.4 Wahl der Bauweisen   |
|  | Allgemeines/Sonstiges                                |  |  |
|  |  |  |  |
| Formulierung von<br>operativen<br>Zielen             | Ziele zu Sicherheit                                  |  |  |
|  | Ziele zu Umwelt                                      |  |  |
|  | Ziele zu Mobilität                                   |  |  |
|  | Ziele zu Wirtschaftlichkeit                          |  |  |
|  | Allgemeines/Sonstiges                                |  |  |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Bestandteile  | Inhalt   | Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN) | Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) |
|---|--|--|--|
| Darstellung der Grundlagen  | Begriffsdefinitionen   | 6 Glossar  | 2.1 Begriffe   |
|   | Fachliche Grundsätze   |  |  |
|   | Rechtsgrundlagen   |  |  |
|   | Verantwortlichkeiten   | 3.3 Bestimmung der maßgebenden Verbindungsstufe  |  |
|   | Erforderliche Daten und Unterlagen                           |  |  |
|   | Allgemeines/Sonstiges  |  |  |
| Beschreibung und Strukturierung des <b>Produkts</b> bzw. der <b>Dienstleistung</b> und ggf. der <b>Komponenten</b>  | Art und Umfang des Produkts/der Dienstleistung               | 3.2 Verbindungsbedeutung                         | 3.3 Oberbau  |
|   |  | 3.3 Bestimmung der maßgebenden Verbindungsstufe  |  |
|   | Einsatzkriterien des Produkts/ der Dienstleistung            |  |  |
|   | Strukturierung des Produkts/ der Dienstleistung              | 3.4 Kategorien der Verkehrswege                  | 2.5 Belastungsklassen und Verkehrsbelastung                                  |
|   | Art und Umfang der Komponenten                               |  |  |
|   | Wechselwirkungen zwischen Produkt/ Dienstleistung und Umfeld |  |  |
|   | Allgemeines/Sonstiges  | 3.1 Allgemeines                                  |  |
| Darstellung der <b>Technischen Regeln</b> (zur Planung, zum Entwurf, zum Betrieb und zur Erhaltung des Produkts bzw. der Dienstleistung, ggf. dessen Komponenten sowie der Ausstattungselementen unter verschiedenen Rahmenbedingungen) | Arbeitsanweisungen   |  | 2.2 Kriterien für die Dickenfestlegung des Oberbaus                          |
|   |  |  | 2.3 Entwässerung   |
|   |  |  | 2.4 Wahl der Bauweisen   |
|   |  |  | 2.6 Besondere Beanspruchungen  |
|   |  |  | 3.1 Untergrund und Unterbau  |
|   |  |  | 3.3 Oberbau  |
|   |  |  | 3.4 Ergänzende Hinweise für Verkehrsflächen in geschlossener Ortslage        |
|   |  |  | 4.1 Bewertung der strukturellen Substanz der vorhandenen Befestigung         |
|   |  |  | 4.3 Erneuerungsbauweisen   |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Bestandteile   | Inhalt                                     | Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN) | Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) |
|--|--|--|--|
| Darstellung der <b>Technischen Regeln</b><br>(zur Planung, zum Entwurf, zum Betrieb und zur Erhaltung des Produkts bzw. der Dienstleistung, ggf. dessen Komponenten sowie der Ausstattungselementen unter verschiedenen Rahmenbedingungen) | Arbeitsanweisungen                         |  | 4.4 Erneuerung bei vollständigen Ersatz der vorhandenen Befestigung          |
|  |  |  | 4.5 Erneuerung bei teilweisem Ersatz der vorhandenen Befestigung             |
|  |  |  | 4.6 Erneuerung auf der vorhandenen Befestigung                               |
|  |  |  | 5.1 Busverkehrsflächen   |
|  |  |  | 5.2 Rad- und Gehwege   |
|  |  |  | 5.3 Neben- und Rastanlagen   |
|  |  |  | 5.4 Abstellflächen   |
|  | Parameterdefinitionen                      |  |  |
|  | Berechnungsvorschriften                    |  | 4.1 Bewertung der strukturellen Substanz der vorhandenen Befestigung         |
|  |  |  | 4.4 Erneuerung bei vollständigen Ersatz der vorhandenen Befestigung          |
|  |  |  | 4.5 Erneuerung bei teilweisem Ersatz der vorhandenen Befestigung             |
|  |  |  | 4.6 Erneuerung auf der vorhandenen Befestigung                               |
|  | Mindestwerte/ Maximalwerten von Parametern | 3.3 Bestimmung der maßgebenden Verbindungsstufe  | 2.4 Wahl der Bauweisen   |
|  |  | 1.2 Inhalt                                       | 2.5 Belastungsklassen und Verkehrsbelastung                                  |
|  |  |  | 2.6 Besondere Beanspruchungen  |
|  |  |  | 3.1 Untergrund und Unterbau  |
|  |  |  | 3.2 Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus                                  |
|  |  |  | 3.3 Oberbau  |
|  |  |  | 4.1 Bewertung der strukturellen Substanz der vorhandenen Befestigung         |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Bestandteile   | Inhalt                                     | Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN)  | Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) |
|--|--|---|--|
| Darstellung der <b>Technischen Regeln</b><br>(zur Planung, zum Entwurf, zum Betrieb und zur Erhaltung des Produkts bzw. der Dienstleistung, ggf. dessen Komponenten sowie der Ausstattungselementen unter verschiedenen Rahmenbedingungen) | Mindestwerte/ Maximalwerten von Parametern |   | 4.2 Dicke des frostsicheren Oberbaus   |
|  |  |   | 4.3 Erneuerungsbauweisen   |
|  |  |   | 4.5 Erneuerung bei teilweisem Ersatz der vorhandenen Befestigung             |
|  |  |   | 4.6 Erneuerung auf der vorhandenen Befestigung                               |
|  | Angestrebtes Ergebnis                      |   |  |
|  | Zeitliche Vorgaben                         |   |  |
|  | Anforderungen an Materialeigenschaften     |   |  |
|  | Beteiligte Personen bzw. Organisationen    | 3.3 Bestimmung der maßgebenden Verbindungsstufe   |  |
|  | Sonderformen der Ausführung                |   |  |
| Beschreibung der <b>Liefer- und Lagerungsbedingungen</b> der Komponenten   | Art und Umfang der Lieferung               |   |  |
|  | Art und Umfang der Lagerung                |   |  |
|  | Art der Kennzeichnung                      |   |  |
|  | Zeitliche Vorgaben                         |   |  |
|  | Allgemeines/Sonstiges                      |   |  |
| Festlegung von <b>Qualitätsmerkmalen</b>   | Kriterien zu Sicherheit                    | 4.2 Kriterien und Kenngrößen der Angebotsqualität |  |
|  | Kriterien zu Umwelt                        |   |  |
|  | Kriterien zu Mobilität                     | 1.3 Anwendungsbereich                             |  |
|  |  | 3.2 Verbindungsbedeutung                          |  |
|  |  | 3.3 Bestimmung der maßgebenden Verbindungsstufe   |  |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Bestandteile                      | Inhalt                               | Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN) |  | Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) |   |
|-----------------------------------|--------------------------------------|--|--|--|---|
| Festlegung von Qualitätsmerkmalen | Kriterien zu Mobilität               | 4  | Bewertung der verbindungsbezogenen Angebotsqualität  |  |   |
|                                   |                                      | 5  | Qualitätsvorgaben zur Gestaltung von Verkehrsnetzen, Netzabschnitten und Verknüpfungspunkten |  |   |
|                                   |                                      | A2   | Hinweise zur Ermittlung und Bewertung der Angebotsqualität                                   |  |   |
|                                   | Kriterien zu Wirtschaftlichkeit      | 4.2  | Kriterien und Kenngrößen der Angebotsqualität  |  |   |
|                                   |                                      | 5.2  | Netz für den Kfz-Verkehr   |  |   |
|                                   | Allgemeines/Sonstiges                | 1.2  | Inhalt   | 3.2  | Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus                     |
|                                   |                                      | 4.1  | Allgemeines  | 3.3  | Oberbau   |
|                                   |                                      | 6  | Glossar  | 4.6  | Erneuerung auf der vorhandenen Befestigung                  |
|                                   |                                      |  |  | 5.2  | Rad- und Gehwege  |
|                                   |                                      |  |  | 5.3  | Neben- und Rastanlagen                                      |
|                                   |                                      |  |  | 5.4  | Abstellflächen  |
| Durchführung der Abnahme          | Art und Umfang der Abnahme           |  |  |  |   |
|                                   | Zeitliche Vorgaben                   |  |  |  |   |
|                                   | Abnahmekriterien                     |  |  |  |   |
|                                   | Dokumentation                        |  |  |  |   |
|                                   | Allgemeines/Sonstiges                |  |  |  |   |
| ...                               | ...                                  |  |  |  |   |
| Darstellung des Anhangs           | Darstellung von Berechnungsbeispiele | A1   | Hinweise zur Durchführung der funktionalen Gliederung  | Anhang 1   | Ermittlung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung [B] |
|                                   |                                      | A2   | Hinweise zur Ermittlung und Bewertung der Angebotsqualität                                   | Anhang 2   | Beispiele   |
|                                   | Darstellung von Regelplänen          |  |  |  |   |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)



(Fortsetzung)

| Bestandteile            | Inhalt                | Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN) | Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) |
|-------------------------|-----------------------|--|--|
| Darstellung des Anhangs | Allgemeines/Sonstiges |  |  |
|                         | Literaturverzeichnis  | 7 Literaturverzeichnis                           | Anhang 3 Technische Regelwerke   |

## 6.2. Zuordnung von ausgewählten R2-Regelwerken

| Bestandteile                                    | Inhalt  | Empfehlungen zur Straßenraumgestaltung innerhalb bebauter Gebiete (ESG) | Merkblatt für die Erhaltung von Ländlicher Wege (M ELW) |
|---|---|---|---|
| Vorstellung des Regelwerks/<br>Wissensdokuments | Zweck des Regelwerks/<br>Wissensdokuments         | 0.1 Zielsetzung   | 1 Allgemeines   |
|   | Inhalt des Regelwerks/<br>Wissensdokuments        |   |   |
|   | Anwendungsbereich des Regelwerks/Wissensdokuments | 0.2 Geltungsbereich   |   |
|   | Allgemeines/Sonstiges                             |   |   |
| Definition eines Leitbilds                      | Definition eines Leitbilds                        |   |   |
| Formulierung von strategischen Zielen           | Ziele zu Sicherheit                               |   | 1 Allgemeines   |
|   |   |   | 4.1 Betondecken   |
|   | Ziele zu Umwelt                                   |   | 9.1 Einleitung  |
|   | Ziele zu Mobilität                                |   |   |
|   | Ziele zu Wirtschaftlichkeit                       |   | 1 Allgemeines   |
|   |   |   | 4.1 Betondecken   |
|   |   |   | 10.1 Einleitung   |
| Formulierung von operativen Zielen              | Allgemeines/Sonstiges                             |   |   |
|   | Ziele zu Sicherheit                               |   |   |
|   | Ziele zu Umwelt                                   |   |   |
|   | Ziele zu Mobilität                                |   |   |
|   | Ziele zu Wirtschaftlichkeit                       |   |   |
|   | Allgemeines/Sonstiges                             |   |   |
| Darstellung der Grundlagen                      | Begriffsdefinitionen                              |   | 2 Begriffsbestimmungen                                  |
|   | Fachliche Grundsätze                              | 1.1 Straßenraumgestaltung und Baukultur                                 |   |
|   |   | 1.2 Instrumente und Prozesse zur Qualitätssicherung                     |   |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Bestandteile  | Inhalt   | Empfehlungen zur Straßenraumgestaltung innerhalb bebauter Gebiete (ESG) | Merkblatt für die Erhaltung von Ländlicher Wege (M ELW)            |
|---|--|---|--|
| Darstellung der <b>Grundlagen</b>   | Fachliche Grundsätze   | 2.1 Anforderungen an Straßen- und Platzräume                            |  |
|   |  | 2.2 Ortsgeschichtliche Aspekte  |  |
|   |  | 2.3 Straßengestaltung als Raumgestaltung                                |  |
|   | Rechtsgrundlagen   | 4.1 Rechtliche Rahmenbedingungen  |  |
|   | Verantwortlichkeiten   |   |  |
|   | Erforderliche Daten und Unterlagen                           |   |  |
|   | Allgemeines/Sonstiges  | 4.2 Finanzielle Rahmenbedingungen                                       |  |
| Beschreibung und Strukturierung des <b>Produkts</b> bzw. der <b>Dienstleistung</b> und ggf. der <b>Komponenten</b>  | Art und Umfang des Produkts/ der Dienstleistung              |   |  |
|   | Einsatzkriterien des Produkts/ der Dienstleistung            |   |  |
|   | Strukturierung des Produkts/ der Dienstleistung              |   |  |
|   | Art und Umfang der Komponenten                               |   | 8 Sonstige Wegeb Bestandteile (gesamtes Kap.)                      |
|   | Wechselwirkungen zwischen Produkt/ Dienstleistung und Umfeld |   |  |
|   | Allgemeines/Sonstiges  |   |  |
|   |  |   |  |
| Darstellung der <b>Technischen Regeln</b> (zur Planung, zum Entwurf, zum Betrieb und zur Erhaltung des Produkts bzw. der Dienstleistung, ggf. dessen Komponenten sowie der Ausstattungselementen unter verschiedenen Rahmenbedingungen) | Arbeitsanweisungen   | 3.1 Gestaltung einzelner Raumteile                                      | 3 Wegebefestigungen ohne Bindemittel (gesamtes Kap.)               |
|   |  | 3.2 Vegetation  | 4 Wegebefestigungen mit hydraulischen Bindemitteln (gesamtes Kap.) |
|   |  | 3.3 Beleuchtung und nächtliche Raumwirkung                              | 5.1 Arten und Ursachen von Schäden                                 |
|   |  | 3.4 Ausstattung   | 5.2 Bauliche Maßnahmen   |
|   |  | 3.5 Verkehrsbauwerke und Infrastrukturanlagen                           | 5.3 Verbreitung  |
|   |  | 3.6 Besonderheiten einzelner Gebietstypen                               | 6.1 Arten und Ursachen von Schäden                                 |
|   |  |   | 6.2 Bauliche Maßnahmen   |
|   |  |   | 6.3 Verbreitung  |
|   |  |   | 7.3 Herstellung  |
|   |  |   |  |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Bestandteile   | Inhalt                                     | Empfehlungen zur Straßenraumgestaltung innerhalb bebauter Gebiete (ESG) | Merkblatt für die Erhaltung von Ländlicher Wege (M ELW)          |
|--|--|---|--|
| Darstellung der <b>Technischen Regeln</b><br>(zur Planung, zum Entwurf, zum Betrieb und zur Erhaltung des Produkts bzw. der Dienstleistung, ggf. dessen Komponenten sowie der Ausstattungselementen unter verschiedenen Rahmenbedingungen) | Arbeitsanweisungen                         |   | 9 Ökologische und landschaftsästhetische Aspekte (gesamtes Kap.) |
|  |  |   | 10.2 Wegekataster  |
|  | Parameterdefinitionen                      |   |  |
|  | Berechnungsvorschriften                    |   |  |
|  | Mindestwerte/ Maximalwerten von Parametern |   | 3 Wegebefestigungen ohne Bindemittel (gesamtes Kap.)             |
|  |  |   | 4.2 HGTD und HGB   |
|  |  |   | 4.3 Verbreitung  |
|  |  |   | 5.2 Bauliche Maßnahmen   |
|  |  |   | 5.3 Verbreitung  |
|  |  |   | 6.2 Bauliche Maßnahmen   |
|  |  |   | 6.3 Verbreitung  |
|  |  |   | 7.1 Allgemeines  |
|  |  |   | 7.3 Herstellung  |
|  |  |   | 9.2 Wegebefestigungen ohne Bindemittel                           |
|  |  |   | 9.3 Randbereiche   |
|  |  |   | 9.4 Wasserführung  |
|  |  |   | 9.5 Landschaftsästhetische Gesichtspunkte                        |
|  | Angestrebtes Ergebnis                      |   |  |
|  | Zeitliche Vorgaben                         |   |  |
|  | Anforderungen an Materialeigenschaften     |   | 3.2 Bauliche Maßnahmen   |
|  |  |   | 5.1 Arten und Ursachen von Schäden                               |
|  |  |   | 6.1 Arten und Ursachen von Schäden                               |
|  |  |   | 7.2 Eigenschaften und Anforderungen                              |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Bestandteile   | Inhalt                                  | Empfehlungen zur Straßenraumgestaltung innerhalb bebauter Gebiete (ESG) | Merkblatt für die Erhaltung von Ländlicher Wege (M ELW) |
|--|---|---|---|
| Darstellung der <b>Technischen Regeln</b><br>(zur Planung, zum Entwurf, zum Betrieb und zur Erhaltung des Produkts bzw. der Dienstleistung, ggf. dessen Komponenten sowie der Ausstattungselementen unter verschiedenen Rahmenbedingungen) | Beteiligte Personen bzw. Organisationen |   |   |
|  | Sonderformen der Ausführung             |   |   |
|  | Querverweis auf andere Regelwerke       |   |   |
|  | Allgemeines/Sonstiges                   |   | 7.1 Allgemeines   |
|  | Regeln zur Dokumentation                |   | 10.1 Einleitung   |
| Beschreibung der <b>Liefer- und Lagerungsbedingungen</b> der Komponenten   | Art und Umfang der Lieferung            |   |   |
|  | Art und Umfang der Lagerung             |   |   |
|  | Art der Kennzeichnung                   |   |   |
|  | Zeitliche Vorgaben                      |   |   |
|  | Allgemeines/Sonstiges                   |   |   |
| Festlegung von <b>Qualitätsmerkmalen</b>   | Kriterien zu Sicherheit                 |   |   |
|  | Kriterien zu Umwelt                     |   |   |
|  | Kriterien zu Mobilität                  |   |   |
|  | Kriterien zu Wirtschaftlichkeit         |   |   |
|  | Allgemeines/Sonstiges                   |   | 4.1 Betondecken   |
| Durchführung der <b>Abnahme</b>  | Art und Umfang der Abnahme              |   |   |
|  | Zeitliche Vorgaben                      |   |   |
|  | Abnahmekriterien                        |   |   |
|  | Dokumentation                           |   |   |
|  | Allgemeines/Sonstiges                   |   |   |
| ...  | ...                                     |   |   |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Bestandteile            | Inhalt                               | Empfehlungen zur Straßenraumgestaltung innerhalb bebauter Gebiete (ESG) | Merkblatt für die Erhaltung von Ländlicher Wege (M ELW) |
|-------------------------|--------------------------------------|---|---|
| Darstellung des Anhangs | Darstellung von Berechnungsbeispiele |   |   |
|                         | Darstellung von Regelplänen          | Anhang 1 Stadtgestalterische Beiträge                                   |   |
|                         | Allgemeines/Sonstiges                | Anhang 2 Straßen- und Platzgestaltung im Planungsprozess                |   |
|                         |                                      | Anhang 3 Methoden der Lichtplanung                                      |   |
|                         | Literaturverzeichnis                 | Anhang 4 Literaturverzeichnis   | Anhang Technische Regelwerke                            |

### 6.3. Zuordnung von ausgewählten W1-Wissensdokumenten

| Bestandteile                                       | Inhalt  | Hinweise für Steuerungsmodelle von Wechselverkehrszeichenanlagen in Außerortsbereichen | Hinweise für Beschaffung und Einsatz von Streumaschinen (H StreuM) |
|--|---|--|--|
| Vorstellung des <b>Regelwerks/Wissensdokuments</b> | Zweck des Regelwerks/Wissensdokuments             | 1.4 Inhalt und Zweck der Hinweise  | 0 Vorwort  |
|  | Inhalt des Regelwerks/Wissensdokuments            | 1.4 Inhalt und Zweck der Hinweise  | 0 Vorwort  |
|  | Anwendungsbereich des Regelwerks/Wissensdokuments | 2 Anwendungsbereich der Hinweise   |  |
|  | Allgemeines/Sonstiges                             |  |  |
| Definition eines <b>Leitbilds</b>                  | Definition eines Leitbilds                        |  |  |
| Formulierung von <b>strategischen Zielen</b>       | Ziele zu Sicherheit                               |  |  |
|  | Ziele zu Umwelt                                   |  |  |
|  | Ziele zu Mobilität                                |  |  |
|  | Ziele zu Wirtschaftlichkeit                       |  |  |
|  | Allgemeines/Sonstiges                             |  |  |
| Formulierung von <b>operativen Zielen</b>          | Ziele zu Sicherheit                               |  |  |
|  | Ziele zu Umwelt                                   |  |  |
|  | Ziele zu Mobilität                                |  |  |
|  | Ziele zu Wirtschaftlichkeit                       |  |  |
|  | Allgemeines/Sonstiges                             |  |  |
| Darstellung der <b>Grundlagen</b>                  | Begriffsdefinitionen                              | 1.3 Verwendete Begriffe  |  |
|  |   | Anhang 1 Suchbegriffe und Definitionen   |  |
|  | Fachliche Grundsätze                              | 1.1 Allgemeines  | 1 Stand der Technik  |
|  |   | 4 Einflussgrößen auf den Verkehrsfluss   | 2 Einflüsse auf die Streustoffverteilung                           |
|  | Rechtsgrundlagen                                  |  |  |
|  | Verantwortlichkeiten                              |  |  |
|  | Erforderliche Daten und Unterlagen                |  |  |
|  | Allgemeines/Sonstiges                             |  |  |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Bestandteile  | Inhalt   | Hinweise für Steuerungsmodelle von Wechselverkehrszeichenanlagen in Außerortsbereichen | Hinweise für Beschaffung und Einsatz von Streumaschinen (H StreuM) |
|---|--|--|--|
| Beschreibung und Strukturierung des <b>Produkts</b> bzw. der <b>Dienstleistung</b> und ggf. der <b>Komponenten</b>  | Art und Umfang des Produkts/ der Dienstleistung              | 1.2 Grundfunktionen  |  |
|   | Einsatzkriterien des Produkts/ der Dienstleistung            |  |  |
|   | Strukturierung des Produkts/ der Dienstleistung              |  |  |
|   | Art und Umfang der Komponenten                               |  | 3.3 Klassifizierung von Streumaschinen                             |
|   | Wechselwirkungen zwischen Produkt/ Dienstleistung und Umfeld |  |  |
|   | Allgemeines/Sonstiges  |  |  |
| Darstellung der <b>Technischen Regeln</b> (zur Planung, zum Entwurf, zum Betrieb und zur Erhaltung des Produkts bzw. der Dienstleistung, ggf. dessen Komponenten sowie der Ausstattungselementen unter verschiedenen Rahmenbedingungen) | Arbeitsanweisungen   | 5.1 Zielsetzung  | 5 Empfehlungen an den Fahrer des Streufahrzeuges                   |
|   |  | 5.2 Umfang   |  |
|   |  | 5.4 Verfahren  |  |
|   |  | 5.5 Anwendungshinweise   |  |
|   |  | 6.1 Zielsetzung  |  |
|   |  | 6.2 Verfahren  |  |
|   |  | 6.3 Anwendungshinweise   |  |
|   |  | 7.1 Zielsetzung  |  |
|   |  | 7.2 Grenzen und Voraussetzungen  |  |
|   |  | 7.3 Verfahren  |  |
|   |  | 7.4 Anwendungshinweise   |  |
|   |  |  |  |
|   | Parameterdefinitionen  | 5.3 Verkehrsgrößen   | 3.2 Hinweise zu den Einsatzkriterien                               |
|   | Berechnungsvorschriften                                      |  |  |
|   | Mindestwerte/ Maximalwerten von Parametern                   |  |  |
|   | Angestrebtes Ergebnis  |  |  |
|   | Zeitliche Vorgaben   |  |  |
|   | Anforderungen an Materialeigenschaften                       |  | 3.4 Anforderungen an Streumaschinen                                |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)



(Fortsetzung)

| Bestandteile   | Inhalt                                  | Hinweise für Steuerungsmodelle von Wechselverkehrszeichenanlagen in Außerortsbereichen | Hinweise für Beschaffung und Einsatz von Streumaschinen (H StreuM) |
|--|---|--|--|
| Darstellung der <b>Technischen Regeln</b><br>(zur Planung, zum Entwurf, zum Betrieb und zur Erhaltung des Produkts bzw. der Dienstleistung, ggf. dessen Komponenten sowie der Ausstattungselementen unter verschiedenen Rahmenbedingungen) | Beteiligte Personen bzw. Organisationen |  |  |
|  | Sonderformen der Ausführung             | 8 Mögliche neue Technologien   |  |
|  | Querverweis auf andere Regelwerke       |  |  |
|  | Allgemeines/Sonstiges                   |  | 3.1 Allgemeines  |
|  | Regeln zur Dokumentation                |  |  |
| Beschreibung der <b>Liefer- und Lagerungsbedingungen</b> der Komponenten   | Art und Umfang der Lieferung            |  |  |
|  | Art und Umfang der Lagerung             |  |  |
|  | Art der Kennzeichnung                   |  |  |
|  | Zeitliche Vorgaben                      |  |  |
|  | Allgemeines/Sonstiges                   |  |  |
| Festlegung von <b>Qualitätsmerkmalen</b>   | Kriterien zu Sicherheit                 |  |  |
|  | Kriterien zu Umwelt                     |  |  |
|  | Kriterien zu Mobilität                  | 6.2 Verfahren  |  |
|  | Kriterien zu Wirtschaftlichkeit         |  |  |
|  | Allgemeines/Sonstiges                   |  | 4 Überprüfung von Streumaschinen vor der Wintersaison              |
| Durchführung der <b>Abnahme</b>  | Art und Umfang der Abnahme              |  | 3.5 Abnahme von Streumaschinen                                     |
|  | Zeitliche Vorgaben                      |  |  |
|  | Abnahmekriterien                        |  |  |
|  | Dokumentation                           |  |  |
|  | Allgemeines/Sonstiges                   |  |  |
| ...  | ...                                     |  |  |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Bestandteile            | Inhalt                               | Hinweise für Steuerungsmodelle von Wechselverkehrszeichenanlagen in Außerortsbereichen                                 | Hinweise für Beschaffung und Einsatz von Streumaschinen (H StreuM)                  |
|-------------------------|--------------------------------------|--|---|
| Darstellung des Anhangs | Darstellung von Berechnungsbeispiele | Anhang 2 Ermittlung von Abschnittsdichten aus Querschnittsgrößen<br>Anhang 3 Exponentielle Glättung von Verkehrsgrößen |   |
|                         | Darstellung von Regelplänen          |  |   |
|                         | Allgemeines/Sonstiges                |  | Anhang A Anforderungen an die Streustoffverteilung unter Nutzung des Kehrverfahrens |
|                         | Literaturverzeichnis                 | 9 Schriftentum   | Anhang D Technische Regelwerke  |

## 6.4. Zuordnung von ausgewählten W2-Wissensdokumenten

| Bestandteile   | Inhalt   | Arbeitspapier -<br>Mobilitätsmarketing            | Arbeitspapier<br>Mechanisches Verhalten<br>von unbewehrten<br>Betondecken in<br>Befestigungen für<br>Verkehrsflächen -<br>Eingangsgrößen in die<br>Bemessung -<br>(Materialkennwerte) |
|--|--|---|---|
| Vorstellung des<br><b>Regelwerks/<br/>Wissens-<br/>dokuments</b> | Zweck des Regelwerks/<br>Wissensdokuments            | Einleitung  | 0 Vorbemerkungen  |
|  | Inhalt des Regelwerks/<br>Wissensdokuments           |   |   |
|  | Anwendungsbereich des<br>Regelwerks/Wissensdokuments |   |   |
|  | Allgemeines/Sonstiges                                |   |   |
| Definition eines<br><b>Leitbilds</b>                             | Definition eines Leitbilds                           |   |   |
| Formulierung von<br><b>strategischen<br/>Zielen</b>              | Ziele zu Sicherheit                                  |   |   |
|  | Ziele zu Umwelt                                      |   |   |
|  | Ziele zu Mobilität                                   |   |   |
|  | Ziele zu Wirtschaftlichkeit                          |   |   |
|  | Allgemeines/Sonstiges                                |   |   |
| Formulierung von<br><b>operativen<br/>Zielen</b>                 | Ziele zu Sicherheit                                  |   |   |
|  | Ziele zu Umwelt                                      |   |   |
|  | Ziele zu Mobilität                                   |   |   |
|  | Ziele zu Wirtschaftlichkeit                          |   |   |
|  | Allgemeines/Sonstiges                                |   |   |
| Darstellung der<br><b>Grundlagen</b>                             | Begriffsdefinitionen                                 | 4 Glossar des<br>Mobilitätsmarketing              | 3 Begriffe  |
|  | Fachliche Grundsätze                                 | 1 Mobilität als<br>Marktgeschehen                 | 1 Einführung  |
|  |  | 2 Dimensionen des<br>Mobilitätsmarketings         | 2 Grundlagen  |
|  |  | 3 Normatives<br>Mobilitätsmarketing               |   |
|  | Rechtsgrundlagen                                     | 3.2 Die Bestandteile des<br>normativen Marketings |   |
|  | Verantwortlichkeiten                                 |   |   |
|  | Erforderliche Daten und Unterlagen                   |   |   |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Bestandteile  | Inhalt  | Arbeitspapier -<br>Mobilitätsmarketing | Arbeitspapier<br>Mechanisches Verhalten<br>von unbewehrten<br>Betondecken in<br>Befestigungen für<br>Verkehrsflächen -<br>Eingangsgrößen in die<br>Bemessung -<br>(Materialkennwerte) |
|---|---|--|---|
| Darstellung der<br><b>Grundlagen</b>  | Allgemeines/Sonstiges   |  |   |
| Beschreibung<br>und<br>Strukturierung<br>des <b>Produkts</b><br>bzw. der<br><b>Dienstleistung</b><br>und ggf. der<br><b>Komponenten</b>   | Art und Umfang des Produkts/ der<br>Dienstleistung              |  |   |
|   | Einsatzkriterien des Produkts/ der<br>Dienstleistung            |  |   |
|   | Strukturierung des Produkts/ der<br>Dienstleistung              |  |   |
|   | Art und Umfang der Komponenten                                  |  |   |
|   | Wechselwirkungen zwischen<br>Produkt/ Dienstleistung und Umfeld |  |   |
|   | Allgemeines/Sonstiges   |  |   |
| Darstellung der<br><b>Technischen<br/>Regeln</b><br>(zur Planung,<br>zum Entwurf,<br>zum Betrieb und<br>zur Erhaltung des<br>Produkts bzw.<br>der Dienst-<br>leistung, ggf.<br>dessen<br>Komponenten<br>sowie der<br>Ausstattungs-<br>elementen unter<br>verschiedenen<br>Rahmen-<br>bedingungen) | Arbeitsanweisungen  |  |   |
|   | Parameterdefinitionen   |  | 4 Bemessungsgrößen  |
|   | Berechnungsvorschriften   |  |   |
|   | Mindestwerte/ Maximalwerten von<br>Parametern                   |  |   |
|   | Angestrebtes Ergebnis   |  |   |
|   | Zeitliche Vorgaben  |  |   |
|   | Anforderungen an<br>Materialeigenschaften                       |  | 5 Stoffeigenschaften  |
|   | Beteiligte Personen bzw.<br>Organisationen                      |  |   |
|   | Sonderformen der Ausführung                                     |  |   |
|   | Querverweis auf andere<br>Regelwerke                            |  |   |
|   | Allgemeines/Sonstiges   |  |   |
|   | Regeln zur Dokumentation  |  |   |
| Beschreibung der<br><b>Liefer- und<br/>Lagerungs-<br/>bedingungen</b><br>der Komponenten  | Art und Umfang der Lieferung                                    |  |   |
|   | Art und Umfang der Lagerung                                     |  |   |
|   | Art der Kennzeichnung   |  |   |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)



| Bestandteile   | Inhalt                                  | Arbeitspapier -<br>Mobilitätsmarketing | Arbeitspapier<br>Mechanisches Verhalten<br>von unbewehrten<br>Betondecken in<br>Befestigungen für<br>Verkehrsflächen -<br>Eingangsgrößen in die<br>Bemessung -<br>(Materialkennwerte) |
|--|---|--|---|
| Beschreibung der<br><b>Liefer- und<br/>Lagerungs-<br/>bedingungen</b><br>der Komponenten | Zeitliche Vorgaben                      |  |   |
|  | Allgemeines/Sonstiges                   |  |   |
| Festlegung von<br><b>Qualitäts-<br/>merkmalen</b>  | Kriterien zu Sicherheit                 |  |   |
|  | Kriterien zu Umwelt                     |  |   |
|  | Kriterien zu Mobilität                  |  |   |
|  | Kriterien zu Wirtschaftlichkeit         |  |   |
|  | Allgemeines/Sonstiges                   |  |   |
| Durchführung der<br><b>Abnahme</b>   | Art und Umfang der Abnahme              |  |   |
|  | Zeitliche Vorgaben                      |  |   |
|  | Abnahmekriterien                        |  |   |
|  | Dokumentation                           |  |   |
|  | Allgemeines/Sonstiges                   |  |   |
| ...  | ...                                     |  |   |
| Darstellung des<br><b>Anhangs</b>  | Darstellung von<br>Berechnungsbeispiele |  |   |
|  | Darstellung von Regelplänen             |  |   |
|  | Allgemeines/Sonstiges                   |  |   |
|  | Literaturverzeichnis                    | Literaturverzeichnis                   | Literaturverzeichnis  |

## 7. Inhaltliche Abgrenzung zwischen Technischem Regelwerk und QM-Leitfaden

### 7.1. Zuordnung von ausgewählten R1-Regelwerken

| Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA)   |  |
|--|--|
| <b>1 Grundsätze</b>  | 1.1 Allgemeines<br>1.2 Kriterien für den Einsatz von Lichtsignalanlagen und erzielbare Wirkungen<br>1.3 Straßenverkehrsrechtliche Grundsätze und sachliche Zuständigkeit<br>1.4 Lichtsignale und Signalfolgen                                    |
| <b>2 Entwurfs des Signalprogramms</b>  | 2.1 Begriffe<br>2.2 Unterlagen und Voruntersuchungen<br>2.3 Signalprogrammstruktur<br>2.4 Übergangszeiten<br>2.5 Zwischenzeiten<br>2.6 Umlaufzeit<br>2.7 Freigabezeiten und Sperrzeiten<br>2.8 Signalzeitenplan                                  |
| <b>3 Wechselwirkungen zwischen Lichtsignalsteuerung und dem Entwurf von Straßenverkehrsanlagen</b> | 3.1 Grundlagen<br>3.2 Fahrstreifen<br>3.3 Führung des Radverkehrs<br>3.4 Mittelstreifen und Fahrbahnteiler<br>3.5 Querungsanlagen an Bahnkörpern<br>3.6 Furten<br>3.7 Haltestellen<br>3.8 Ausstattungselemente                                   |
| <b>4 Steuerungsverfahren</b>   | 4.1 Übersicht über die Steuerungsverfahren<br>4.2 Kenngrößen zur Steuerung<br>4.3 Einsatzhinweise zu den Steuerungsverfahren<br>4.4 Koordinierung<br>4.5 Projektierung der Steuerung   |
| <b>5 Sonderformen der Signalisierung</b>   | 5.1 Nicht vollständig signalisierte Knotenpunkte<br>5.2 Engstellensignalisierung<br>5.3 Fahrstreifensignalisierung<br>5.4 Zuflussregelung zur Verflechtungs- oder Einfädelungsbereichen  |
| <b>6 Technische Ausstattung</b>  | 6.1 Steuergerät<br>6.2 Signalleuchten<br>6.3 Erfassungseinrichtungen<br>6.4 Anzahl und Anordnung der Signalgeber   |
| <b>7 Technische Abnahme und Betrieb</b>  | 7.1 Vorbemerkungen<br>7.2 Abnahme<br>7.3 Betrieb<br>7.4 Ersatzmaßnahmen bei Betriebsunterbrechung  |
| <b>8 Qualitätsmanagement</b>   | 8.1 Begriff<br>8.2 Ziele des Qualitätsmanagements<br>8.3 Voraussetzungen<br>8.4 Qualitätsmanagement bei der verkehrstechnischen Projektierung<br>8.5 Qualitätsmanagement bei der Implementierung<br>8.6 Qualitätsmanagement im laufenden Betrieb |
| <b>9 Vorschriften und Technische Regelwerke</b>  |  |

Legende:

|   |                       |
|---|-----------------------|
|  | QM-Leitfaden          |
|  | Technisches Regelwerk |

## Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) - Teil Stadtstraßen



|           |  |
|-----------|--|
| <b>1</b>  | <b>Einführung</b>  |
|           | 1.1 Inhalt   |
|           | 1.2 Zweck  |
|           | 1.3 Geltungsbereich  |
| <b>2</b>  | <b>Grundsätze und Definitionen</b>   |
|           | 2.1 Entwurf von Verkehrsanlagen  |
|           | 2.2 Einflussgrößen   |
|           | 2.3 Kapazität von Einzelanlagen  |
|           | 2.4 Verkehrsqualität von Einzelanlagen   |
|           | 2.5 Angebotsqualität von Netzabschnitten                                       |
| <b>3</b>  | <b>Anwendungsmöglichkeiten</b>   |
|           | 3.1 Grenzen der Verfahren des HBS  |
|           | 3.2 Bestimmung und Verwendung spezifischer Parameter                           |
|           | 3.3 Anwendung alternativer Verfahren   |
| <b>S1</b> | <b>Geltungsbereich</b>   |
| <b>S2</b> | <b>Verkehrsnachfrage</b>   |
|           | S2.1 Einleitung  |
|           | S2.2 Grundlagen  |
|           | S2.3 Verkehrsnachfrage des fließenden Kraftfahrzeugverkehrs im Ausgangszustand |
|           | S2.4 Verkehrsnachfrage des fließenden Kraftfahrzeugverkehrs im Prognosezustand |
|           | S2.5 Verkehrsnachfrage anderer Verkehrsarten                                   |
| <b>S3</b> | <b>Strecken</b>  |
|           | S3.1 Einleitung  |
|           | S3.2 Maß zur Bewertung der Verkehrsqualität                                    |
|           | S3.3 Grundlagen  |
|           | S3.4 Bewertung der Verkehrsqualität  |
|           | S3.5 Ermittlung der Fahrtgeschwindigkeiten                                     |
|           | S3.6 Spezifische Parameter   |
|           | S3.7 Alternative Verfahren   |
|           | S3.8 Arbeitsschritte und Formblatt   |
| <b>S4</b> | <b>Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage</b>                                      |
|           | S4.1 Einleitung  |
|           | S4.2 Maß zur Bewertung der Verkehrsqualität                                    |
|           | S4.3 Grundlagen  |
|           | S4.4 Bewertung der Verkehrsqualität  |
|           | S4.5 Spezifische Parameter   |
|           | S4.6 Alternative Verfahren   |
|           | S4.7 Arbeitsschritte und Formblatt   |
| <b>S5</b> | <b>Knotenpunkte ohne Lichtsignalanlage</b>                                     |
|           | S5.1 Einleitung  |
|           | S5.2 Maß zur Bewertung der Verkehrsqualität                                    |
|           | S5.3 Grundlagen  |
|           | S5.4 Bewertung der Verkehrsqualität  |
|           | S5.5 Spezifische Parameter   |
|           | S5.6 Alternative Verfahren   |
|           | S5.7 Arbeitsschritte und Formblatt   |
| <b>S6</b> | <b>Netzabschnitte</b>  |
|           | S6.1 Einleitung  |
|           | S6.2 Maß zur Bewertung der Angebotsqualität                                    |
|           | S6.3 Grundlagen  |
|           | S6.4 Bewertung der Angebotsqualität  |
|           | S6.5 Spezifische Parameter   |
|           | S6.6 Alternative Verfahren   |
|           | S6.7 Arbeitsschritte und Formblatt   |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

|            |  |
|------------|--|
| <b>S7</b>  | <b>Anlagen für den ÖPNV</b>                  |
|            | S7.1 Einleitung                              |
|            | S7.2 Maß zur Bewertung der Angebotsqualität  |
|            | S7.3 Grundlagen                              |
|            | S7.4 Bewertung der Angebotsqualität          |
|            | S7.5 Spezifische Parameter                   |
|            | S7.6 Alternative Verfahren                   |
|            | S7.7 Arbeitsschritte und Formblatt           |
| <b>S8</b>  | <b>Anlagen für den Radverkehr</b>            |
|            | S8.1 Einleitung                              |
|            | S8.2 Maß zur Bewertung der Verkehrsqualität  |
|            | S8.3 Grundlagen                              |
|            | S8.4 Bewertung der Verkehrsqualität          |
|            | S8.5 Spezifische Parameter                   |
|            | S8.6 Alternative Verfahren                   |
|            | S8.7 Arbeitsschritte und Formblatt           |
| <b>S9</b>  | <b>Anlagen für den Fußgängerverkehr</b>      |
|            | S9.1 Einleitung                              |
|            | S9.2 Maß zur Bewertung der Verkehrsqualität  |
|            | S9.3 Grundlagen                              |
|            | S9.4 Bewertung der Verkehrsqualität          |
|            | S9.5 Spezifische Parameter                   |
|            | S9.6 Alternative Verfahren                   |
|            | S9.7 Arbeitsschritte und Formblatt           |
| <b>S10</b> | <b>Anlagen des ruhenden Verkehrs</b>         |
|            | S10.1 Einleitung                             |
|            | S10.2 Maß zur Bewertung der Verkehrsqualität |
|            | S10.3 Grundlagen                             |
|            | S10.4 Bewertung der Verkehrsqualität         |
|            | S10.5 Spezifische Parameter                  |
|            | S10.6 Alternative Verfahren                  |
|            | S10.7 Arbeitsschritte und Formblatt          |

Legende:

|   |                       |
|---|-----------------------|
|  | QM-Leitfäden          |
|  | Technisches Regelwerk |



Anmerkung: Die Auswertung des Teils „Stadtstraßen“ des Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) stellt stellvertretend für die Teile „Autobahnen“ und „Landstraßen“.



## 7.2. Zuordnung von ausgewählten R2-Regelwerken



| Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen (ESAS) |   |
|--|---|
| <b>1</b>   | <b>Einleitung</b>                                 |
|  | Allgemeines                                       |
|  | Geltungsbereich                                   |
|  | Ziel und Definition des Sicherheitsaudits         |
| <b>2</b>   | <b>Typische Sicherheitsdefizite</b>               |
| <b>3</b>   | <b>Auditphasen</b>                                |
| <b>4</b>   | <b>Projektabgrenzung für das Sicherheitsaudit</b> |
| <b>5</b>   | <b>Auditprozess</b>                               |
| <b>6</b>   | <b>Auditdurchführung</b>                          |
|  | Erforderliche Unterlagen                          |
|  | Vorgehensweise                                    |
|  | Auditbericht                                      |
| <b>7</b>   | <b>Auditoren</b>                                  |
|  | Anforderungen an die Auditoren                    |
|  | Stellung der Auditoren                            |
| <b>8</b>   | <b>Haftung</b>                                    |

Legende:

|   |                       |
|---|-----------------------|
|  | QM-Leitfäden          |
|  | Technisches Regelwerk |

| Merkblatt für den Bau griffiger Asphaltdeckschichten (M BgA) |  |
|--|--|
| <b>1</b>   | <b>Allgemeines</b>   |
|  | 1.1 Zweck des Merkblattes  |
|  | 1.2 Anwendungsbereich  |
| <b>2</b>   | <b>Textur, Griffigkeit</b>                                       |
| <b>3</b>   | <b>Einfluss der Baustoffe auf die Griffigkeitsentwicklung</b>    |
|  | 3.1 Allgemeines  |
|  | 3.2 Einfluss der groben Gesteinskörnungen                        |
|  | 3.3 Einfluss der feinen Gesteinskörnungen                        |
|  | 3.4 Einfluss des Füllers   |
|  | 3.5 Einfluss des Bindemittels                                    |
| <b>4</b>   | <b>Wirkungen der Baustoffe in verschiedenen Deckschichtarten</b> |
|  | 4.1 Asphaltbeton   |
|  | 4.2 Splittmastixasphalt  |
|  | 4.3 Offenporiger Asphalt   |
|  | 4.4 Gussasphalt/Asphaltmastix                                    |
|  | 4.5 Auswahlkriterien   |
| <b>5</b>   | <b>Herstellen der Deckschicht</b>                                |
|  | 5.1 Einflüsse aus Einbau und Verdichtung                         |
|  | 5.2 Sicherung der Anfangsgriffigkeit                             |
|  | 5.3 Auskühlung von Deckschichten nach dem Einbau                 |
| <b>6</b>   | <b>Schlussbemerkung</b>  |
| <b>7</b>   | <b>Literaturverzeichnis</b>                                      |

Legende:

|   |                       |
|---|-----------------------|
|  | QM-Leitfäden          |
|  | Technisches Regelwerk |

### 7.3. Zuordnung von ausgewählten W1-Wissensdokumenten

| Hinweise zum Qualitätsmanagement an Lichtsignalanlagen |   |
|--|---|
| <b>1</b>   | <b>Grundlagen</b>   |
|  | 1.1 Straßenverkehrsrechtliche Grundsätze und sachliche Zuständigkeit        |
|  | 1.2 Definition des Qualitätsmanagements                                     |
|  | 1.3 Anwendung auf Lichtsignalanlagen  |
|  | 1.4 Qualitätspolitik und Qualitätsziele                                     |
|  | 1.5 Vorteile des Qualitätsmanagements                                       |
|  | 1.6 Voraussetzungen   |
| <b>2</b>   | <b>Qualitätsmanagement bei der verkehrstechnischen Projektierung</b>        |
|  | 2.1 Allgemeines   |
|  | 2.2 Qualitätsfeld Verkehrssicherheit  |
|  | 2.3 Qualitätsfeld Verkehrsablauf  |
|  | 2.4 Qualitätsfeld Betriebssicherheit  |
|  | 2.5 Qualitätsfeld Umweltverträglichkeit                                     |
| <b>3</b>   | <b>Qualitätsmanagement bei der Implementierung der Steuergerätesoftware</b> |
|  | 3.1 Allgemeines   |
|  | 3.2 Implementierung der projektierten Steuerung                             |
|  | 3.3 Implementierung der Steuergerätesoftware                                |
|  | 3.4 Inbetriebnahme  |
| <b>4</b>   | <b>Qualitätsmanagement im laufenden Betrieb</b>                             |
|  | 4.1 Einführung  |
|  | 4.2 Zusammenstellung der Grundinformationen                                 |
|  | 4.3 Netzweite Gesamtbetrachtung   |
|  | 4.4 Qualitätsanalyse an ausgewählten Lichtsignalanlagen                     |
|  | 4.5 Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung                                     |
| <b>5</b>   | <b>ÖPP-Modelle</b>  |
|  | 5.1 Allgemeines   |
|  | 5.2 ÖPP-Grundmodelle der Lichtsignalsteuerung                               |
|  | 5.3 Voraussetzungen   |
|  | 5.4 Umsetzung   |
|  | 5.5 Dokumentation   |
|  | 5.6 Erfahrungen aus bisherigen ÖPP-Projekten                                |
|  | <b>Literaturverzeichnis</b>   |

Legende:

- QM-Leitfäden
- Technisches Regelwerk

## Hinweise für barrierefreie Verkehrsanlagen (H BVA)

|          |  |
|----------|--|
| <b>0</b> | <b>Einordnung des Regelwerkes</b>                                  |
| <b>1</b> | <b>Grundsatz</b>   |
|          | 1.1 Zielgruppen barrierefreier Verkehrsanlagen                     |
|          | 1.2 Planungs- und Entwurfsprinzip „Design für Alle“                |
|          | 1.3 Konfliktpotenziale und Zielkonflikte                           |
| <b>2</b> | <b>Prozess der barrierefreien Planung</b>                          |
|          | 2.1 Bestehende Instrumente zur Planung, Umsetzung und Förderung    |
|          | 2.2 Eigenständiges Planwerk für Barrierefreiheit                   |
|          | 2.3 Planungsablauf   |
|          | 2.4 Akteure und Partizipation                                      |
|          | 2.5 Qualitätsmanagement und Sicherheitsbewertung                   |
| <b>3</b> | <b>Entwurf</b>   |
|          | 3.1 Grundlagen für Entwurf und Netzplanung                         |
|          | 3.2 Grundanforderungen an die Gestaltung                           |
|          | 3.3 Entwurfselemente   |
|          | 3.4 Haltestellen und Verknüpfungspunkte des ÖPNV                   |
|          | 3.5 Nachrüstung im Bestand   |
|          | 3.6 Sondernutzungen und Arbeitsstellen an Straßen                  |
|          | 3.7 Straßenraumgestaltung in Anlehnung an das Shared Space-Prinzip |
|          | 3.8 Radverkehr mit Spezialrädern                                   |
| <b>4</b> | <b>Begriffsliste</b>   |
| <b>5</b> | <b>Literaturverzeichnis</b>  |
|          | 5.1 Regelwerke, Wissensdokumente, Normen und Gesetze               |
|          | 5.2 Verwendete Literatur   |

Legende:

- QM-Leitfäden
- Technisches Regelwerk

## 7.4. Zuordnung von ausgewählten W2-Wissensdokumenten

| Mobilitätsmarketing |  |
|---------------------|--|
|                     | <b>Einleitung</b>  |
| <b>1</b>            | <b>Mobilität als Marktgeschehen</b>                      |
|                     | 1.1 Der Mobilitätsmarkt und seine Teilmärkte             |
|                     | 1.2 Die Rolle der Kommune im Mobilitätsmarkt             |
|                     | 1.3 Die Rolle der Verkehrsunternehmen im Mobilitätsmarkt |
|                     | 1.4 Zusammenfassende Betrachtung des Mobilitätsmarktes   |
| <b>2</b>            | <b>Dimensionen des Mobilitätsmarketings</b>              |
|                     | 2.1 Managementkreislauf                                  |
|                     | 2.2 Integriertes Managementsystem                        |
|                     | 2.3 Marketing als Führungskonzeption                     |
| <b>3</b>            | <b>Normatives Mobilitätsmarketing</b>                    |
|                     | 3.1 Gemeinwohl- oder Gewinnorientierung                  |
|                     | 3.2 Die Bestandteile des normativen Marketings           |
| <b>4</b>            | <b>Glossar Mobilitätsmarketing</b>                       |
|                     | <b>Literaturverzeichnis</b>                              |

Legende:

- QM-Leitfäden
- Technisches Regelwerk

| Mechanisches Verhalten von Asphalt in Befestigungen für Verkehrsflächen -<br>Eingangsgrößen in die Bemessung (Materialkennwerte) |   |
|--|---|
| <b>1</b>   | <b>Einführung</b>   |
| <b>2</b>   | <b>Zweck und Anwendungsbereich</b>  |
| <b>3</b>   | <b>Begriffe</b>   |
|  | Stoffeigenschaften  |
|  | Arten der Belastung   |
|  | Beanspruchung   |
|  | Modulen und Verhältniszahlen  |
|  | Allgemeine Begriffe der Festigkeit und des Versagens  |
| <b>4</b>   | <b>Bestimmung von Werkstoffkenngrößen</b>   |
|  | Kenngößen bei statischer Belastung  |
|  | Kenngößen bei kurzzeitiger Belastung  |
|  | Kenngößen bei zeitabhängiger Belastung  |
|  | Kenngößen bei Schwellbelastung  |
|  | Relaxation  |
|  | Querdehnzahl  |
| <b>5</b>   | <b>Festigkeit</b>   |
|  | Ermüdung und Bruch  |
|  | Irreversible Verformung   |
| <b>6</b>   | <b>Rheologische Model</b>   |
|  | Definition "Rheologie"  |
|  | Grundmodelle  |
|  | Erweiterung und Modifikation der Grundmodelle   |
|  | Anwendungsempfehlungen von Modellen zur Beschreibung des Widerstandes von Asphalt gegen Beanspruchung |
| <b>7</b>   | <b>Mess- und Auswertemethoden</b>   |
|  | Kälteverhalten  |
|  | Verhalten bei Wärme   |
|  | Ermüdungsverhalten  |
|  | Sonstige Mess- und Auswertemethoden   |
| <b>8</b>   | <b>Schätzmethoden für den E-Modul von Asphalt</b>   |
|  | Nach Francken und Verstraeten   |
|  | Shell-Methode   |
| <b>9</b>   | <b>Literaturverzeichnis</b>   |

Legende:

- QM-Leitfäden
- Technisches Regelwerk

---

## **8. Entwurf eines Musterleitfadens des Qualitätsmanagements**

---

---

## Vorwort

---

Für die Bereitstellung eines qualitativ hochwertigen Verkehrssystems müssen die knappen Finanzmittel im Straßen- und Verkehrswesen besonders effizient eingesetzt werden. Das Qualitätsmanagement hat sich hierfür in der Industrie in vielen Bereichen als geeignet erwiesen, wird aber im Straßen- und Verkehrswesen bisher nur ansatzweise eingesetzt. Allerdings ist es erst mittels eines umfassenden Qualitätsmanagementansatzes möglich, die Angebotsqualität der Straßeninfrastruktur hinsichtlich Verkehrssicherheit, Umweltverträglichkeit und Leistungsfähigkeit zu steuern und dabei einen effizienten Mitteleinsatz zu gewährleisten.

Zur Entwicklung und Umsetzung eines solchen Ansatzes können zwei Handlungsleitlinien identifiziert werden. Auf der einen Seite steht die Umsetzung im Technischen Regelwerk. Durch die Abbildung der erforderlichen Informationen zum Qualitätsmanagement im Technischen Regelwerk kann eine gute Grundlage zur Umsetzung eines Qualitätsmanagements für das Straßen- und Verkehrswesen in der Praxis geschaffen werden. Doch diese einzelnen Informationen zur Qualität unterstützen Anwender noch nicht in der Gestaltung der spezifischen Prozesse des Qualitätsmanagements. Hierfür sollte zusätzliche Hilfestellung durch Leitfäden gegeben werden, welche nicht das bestehende Technische Regelwerk ersetzen, sondern lediglich ergänzen. Mit Hilfe eines solchen Leitfadens kann schließlich die Qualität jedes Produkts oder jeder Dienstleistung in jeder Lebensphase einheitlich ermittelt und dokumentiert werden, wodurch eine Vergleichbarkeit über das Produkt oder die Dienstleistung hinaus möglich wird.

Das vorliegende Dokument stellt den Entwurf für einen allgemeingültigen Leitfaden des Qualitätsmanagements (Muster-QM-Leitfaden) dar, welcher die in BOLTZE ET AL. (2014A) ausgearbeiteten Inhalte eines umfassenden Qualitätsmanagements enthält. Der Muster-QM-Leitfaden ist in drei Teile untergliedert, welche in Bild 1 dargestellt sind.



Bild 1: Struktur des Muster-QM-Leitfadens

Neben dem Grundlagenteil und dem Anhang stellt die inhaltliche Ausgestaltung eines umfassenden Qualitätsmanagements für die Produkte und Dienstleistungen im Straßen- und Verkehrswesen den Hauptteil dar. Dieser Muster-QM-Leitfaden sollte schließlich für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung des Straßen- und Verkehrswesens für jede Lebensphase konkret ausgearbeitet werden. Dazu werden im Muster-QM-Leitfaden die folgenden zwei Schriftarten verwendet:

- Durch senkrechte Schrift werden Textbausteine gekennzeichnet, welche fester Bestandteil eines jeden Leitfadens und somit identisch sind.

- Durch *kursive Schrift* werden Textabschnitte oder -teile gekennzeichnet, welche individuell für das betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung auszuformulieren sind.

Das nachfolgende Beispiel soll die beschriebene Vorgehensweise verdeutlichen:

„Im Rahmen der Qualitätsplanung werden die grundlegenden Qualitätsziele und -merkmale für *das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung* festgelegt.“

„Im Rahmen der Qualitätsplanung werden die grundlegenden Qualitätsziele und -merkmale für Lichtsignalanlagen festgelegt.“

Für die konkrete, fachliche Ausgestaltung der einzelnen Bestandteile wurden im Rahmen des vorliegenden Muster-QM-Leitfadens Arbeitsschritte in den einzelnen Teilen definiert, welche die für das Produkt bzw. für die Dienstleistung verantwortlichen Personen oder Gremien unterstützen sollen. Die einzelnen Arbeitsschritte sind dabei entsprechend dem jeweiligen Teil des Muster-QM-Leitfadens mit G, Q oder A gekennzeichnet (vgl. Bild 1) und umfassen Empfehlungen und zusätzliche Ausfüllhinweise, wie in dem untenstehenden Beispiel zu sehen ist.

#### **Arbeitsschritt G1**

*Definieren Sie das Leitbild für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung im Straßen- und Verkehrswesen. Dieses Leitbild soll darlegen, wozu das Produkt bzw. die Dienstleistung dient.*

Des Weiteren sind in dem Muster-QM-Leitfaden Empfehlungen an die Aufgabenträger enthalten, welche von den verantwortlichen Personen oder Gremien noch auf das jeweilige Produkt bzw. die jeweilige Dienstleistung anzupassen ist. Diese Empfehlungen sind nach der fachlichen Ausgestaltung der einzelnen Bestandteile als Handlungsempfehlungen an die Aufgabenträger in den QM-Leitfaden zu übernehmen. Dabei sind unterstrichene Textteile zuvor durch das jeweilige Produkt bzw. die jeweilige Dienstleistung zu ersetzen und die Unterstreichung zu entfernen, wie im folgenden Beispiel.

#### **Arbeitsschritt Q3.1**

*Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:  
„Wählen Sie das Untersuchungsdesign für die Befragung zur Ermittlung der Anforderungen an das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung aus.“*

#### **Arbeitsschritt Q3.1**

*Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:  
„Wählen Sie das Untersuchungsdesign für die Befragung zur Ermittlung der Anforderungen an die Lichtsignalanlage aus.“*

### Arbeitsschritt V1

Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Vorwort in den Leitfaden:

„Für die Bereitstellung eines qualitativ hochwertigen Verkehrssystems müssen die knappen Finanzmittel im Straßen- und Verkehrswesen besonders effizient eingesetzt werden. Das Qualitätsmanagement hat sich hierfür in der Industrie in vielen Bereichen als geeignet erwiesen, wird aber im Straßen- und Verkehrswesen bisher nur ansatzweise eingesetzt. Allerdings ist es erst mittels eines umfassenden Qualitätsmanagementansatzes möglich, die Angebotsqualität der Straßeninfrastruktur hinsichtlich Verkehrssicherheit, Umweltverträglichkeit und Leistungsfähigkeit zu steuern und dabei einen effizienten Mitteleinsatz zu gewährleisten.

Zur Entwicklung und Umsetzung eines solchen Ansatzes können zwei Handlungsleitlinien identifiziert werden. Auf der einen Seite steht die Umsetzung im Technischen Regelwerk. Durch die Abbildung der erforderlichen Informationen zum Qualitätsmanagement im Technischen Regelwerk kann eine gute Grundlage zur Umsetzung eines Qualitätsmanagements für das Straßen- und Verkehrswesen in der Praxis geschaffen werden. Doch diese einzelnen Informationen zur Qualität unterstützen Anwender noch nicht in der Gestaltung der spezifischen Prozesse des Qualitätsmanagements. Hierfür sollte zusätzliche Hilfestellung durch Leitfäden gegeben werden, welche nicht das bestehende Technische Regelwerk ersetzen, sondern lediglich ergänzen. Mit Hilfe eines solchen Leitfadens kann schließlich die Qualität jedes Produkts oder jeder Dienstleistung in jeder Lebensphase einheitlich ermittelt und dokumentiert werden, wodurch eine Vergleichbarkeit über das Produkts oder die Dienstleistung hinaus möglich wird.

Das vorliegende Dokument stellt den Entwurf für einen Leitfaden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfaden) dar, welcher die in BOLTZE ET AL. (2014A) ausgearbeiteten Inhalte eines umfassenden Qualitätsmanagements enthält. Der QM-Leitfaden ist in drei Teile untergliedert werden, welche in Bild 1 dargestellt sind.



Bild 1: Struktur des QM-Leitfadens

Neben dem Grundlagenteil und dem Anhang stellt die inhaltliche Ausgestaltung eines umfassenden Qualitätsmanagements für *das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung* den Hauptteil dar. Dieser wurde hier für die Lebensphase *Planung/Realisierung/Betrieb/Erhaltung/Umnutzung/Rückbau* konkret ausgearbeitet. Diese Regelungen sind nun auf die aufgabenträgerspezifischen Gegebenheiten zu übertragen und dementsprechend anzuwenden. Dazu werden im QM-Leitfaden Arbeitsschritte vorgegeben, welche entsprechend dem jeweiligen Teil des QM-Leitfadens mit G, Q oder A gekennzeichnet sind (vgl. Bild 1).

...“



---

### **Fortsetzung von Arbeitsschritt V1**

„...“

Diese Arbeitsschritte umfassen Empfehlungen und zusätzliche Hinweise, wie in dem untenstehenden Beispiel zu sehen ist.

### **Arbeitsschritt OP1**

*„Formulieren Sie operative Qualitätsziele für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung, welche spezifisch, messbar, ausführbar, realistisch und termingerecht sind. Benennen Sie dabei Ziele hinsichtlich Sicherheit, Umwelt, Mobilität und Wirtschaftlichkeit. Gehen Sie dabei ggf. auf operative Ziele ein, welche den einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr zuzuordnen sind.“*



---

## Inhaltsverzeichnis

---

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. ...Grundlagen</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1. Definition des Qualitätsmanagements                              | 1         |
| 1.2. Nutzen des Qualitätsmanagements                                  | 1         |
| 1.3. Leitbild und Qualitätsziele                                      | 2         |
| 1.4. Aufbau des Leitfadens des Qualitätsmanagements                   | 2         |
| <b>2. ...Qualitätsmanagement <i>in der jeweiligen Lebensphase</i></b> | <b>4</b>  |
| 2.1. Qualitätsplanung   | 4         |
| 2.1.1. Operative Ziele  | 4         |
| 2.1.2. Ermittlung von Kundenanforderungen                             | 5         |
| 2.1.3. Qualitätsmerkmale  | 10        |
| 2.1.4. Definition von Aufgaben und Kompetenzen                        | 10        |
| 2.1.5. Beschreibung von Prozessen                                     | 11        |
| 2.1.6. Festlegung eines Kommunikations- und Koordinationskonzepts     | 12        |
| 2.2. Qualitätslenkung   | 13        |
| 2.2.1. Bereitstellung von Ressourcen                                  | 13        |
| 2.2.2. Qualifizierung von Personal                                    | 13        |
| 2.2.3. Ergreifung von Vorbeugungsmaßnahmen                            | 14        |
| 2.2.4. Ergreifung von Überwachungsmaßnahmen                           | 15        |
| 2.2.5. Ergreifung von Korrekturmaßnahmen                              | 17        |
| 2.3. Qualitätssicherung   | 18        |
| 2.3.1. Erstellung einer Dokumentation                                 | 18        |
| 2.3.2. Durchführung von Audits  | 19        |
| 2.3.3. Aufbau eines Ideen- und Beschwerdemanagements                  | 20        |
| 2.4. Qualitätsverbesserung  | 23        |
| 2.4.1. Ergreifung von Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung             | 23        |
| 2.4.2. Weiterentwicklung des Qualitätsmanagements                     | 24        |
| <b>3. ...Anhang</b>   | <b>26</b> |
| 3.1. Literaturverzeichnis   | 26        |
| 3.2. Glossar  | 27        |
| 3.3. Sonstiges  | 28        |

---

## 1. Grundlagen

---

### 1.1. Definition des Qualitätsmanagements

Um die Kundenzufriedenheit zu erhöhen und damit die Kundenentscheidung für ein Produkt bzw. eine Dienstleistung beeinflussen zu können, stellt das Qualitätsmanagement eine wesentliche Unterstützung für Organisationen dar.

Gemäß DIN EN ISO 9000:2015-11 wird Qualitätsmanagement als „Management bezüglich Qualität“ definiert, wobei Management als „aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zum Führen und Steuern einer Organisation“ beschrieben wird. Das Management umfasst dabei „das Festlegen von Politik, Zielen und Prozessen zum Erreichen dieser Ziele“. Die Politik beinhaltet „Absichten und Ausrichtung einer Organisation“ hinsichtlich Qualität, und bildet somit die Grundlage für Festlegen und Bewerten der hinsichtlich Qualität angestrebten Ziele (DIN EN ISO 9000:2015-11). Zur Erreichung der festgelegten Qualitätspolitik und Qualitätsziele werden im Qualitätsmanagement die Elemente Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung ausformuliert. Die Definition der vier Elemente des Qualitätsmanagements nach DIN EN ISO 9000:2015-11 kann Bild 2 entnommen werden.

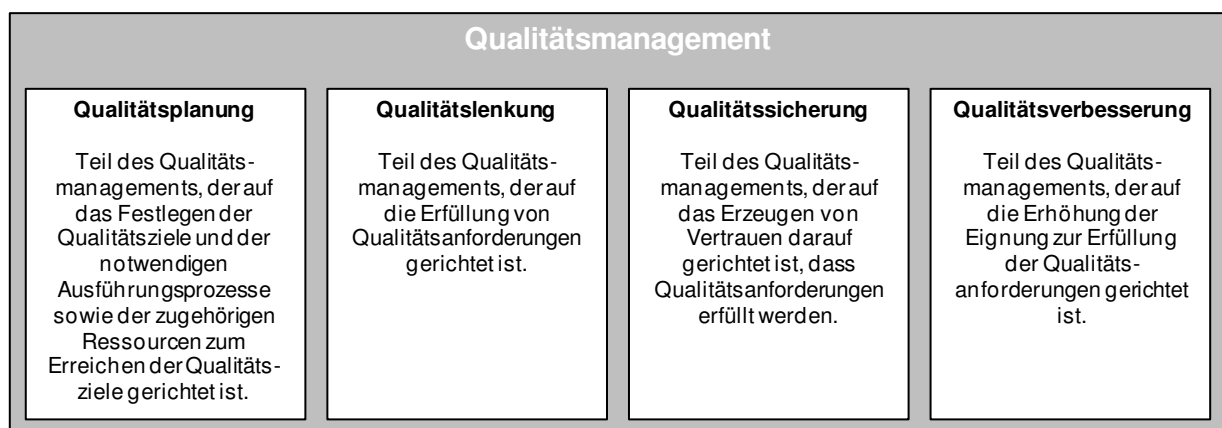


Bild 2: Definition der Elemente des Qualitätsmanagements (Quelle: DIN EN ISO 9000:2015-11)

### 1.2. Nutzen des Qualitätsmanagements

Gemäß DIN EN ISO 9000:2015-11 stellt das Qualitätsmanagement die Grundlage für eine ständige Verbesserung des herzustellenden Produkts, der herzustellenden Dienstleistung und der dazugehörigen Prozesse sowie für die Erreichung der gesteckten Qualitätsziele dar, um in Organisationen die Kundenzufriedenheit zu erhöhen. Dies kann auch auf das Straßen- und Verkehrswesen bezogen werden, wobei unter dem Begriff Kunde der einzelne Nutzer des Verkehrssystems bzw. die Verkehrsteilnehmer zu verstehen ist. Die Zufriedenheit der Verkehrsteilnehmer kann gemäß JENTSCH (2009) durch die Sicherung und Verbesserung der Qualität des Verkehrssystems gewährleistet werden, um in erster Linie das Bedürfnis der Nutzer nach Mobilität und Sicherheit zu befriedigen. Dieser grundlegende Nutzen eines Qualitätsmanagements kann durch eine (kontinuierliche) Messung der Qualität für alle Produkte, Dienstleistungen und Prozesse im Straßen- und Verkehrswesen erreicht werden, welche darüber hinaus Vorteile für die Politik und die Aufgabenträger mit sich bringt.

Der Zusammenhang zwischen der Qualitätsmessung und dem Nutzen eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen ist in Bild 3 dargestellt.

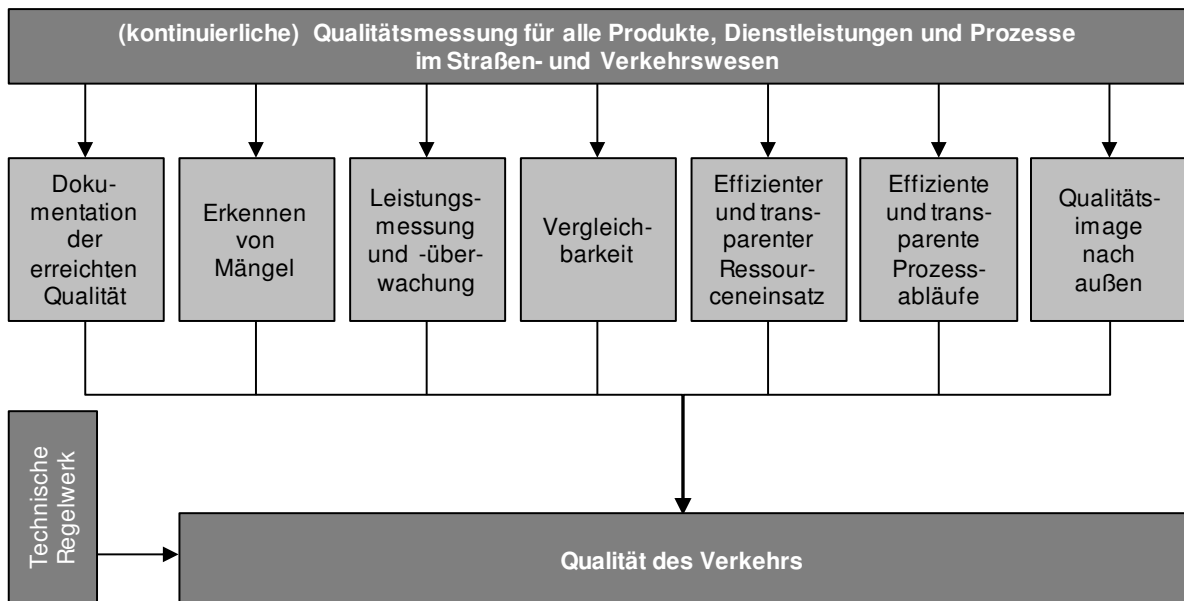


Bild 3: Nutzen eines Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen (Quelle: RAUSCH, 2016)

Eine umfassende Beschreibung des Nutzens eines Qualitätsmanagements für die einzelnen Akteure im Straßen- und Verkehrswesen kann RAUSCH (2016) entnommen werden.

### 1.3. Leitbild und Qualitätsziele

#### Arbeitsschritt G1.1

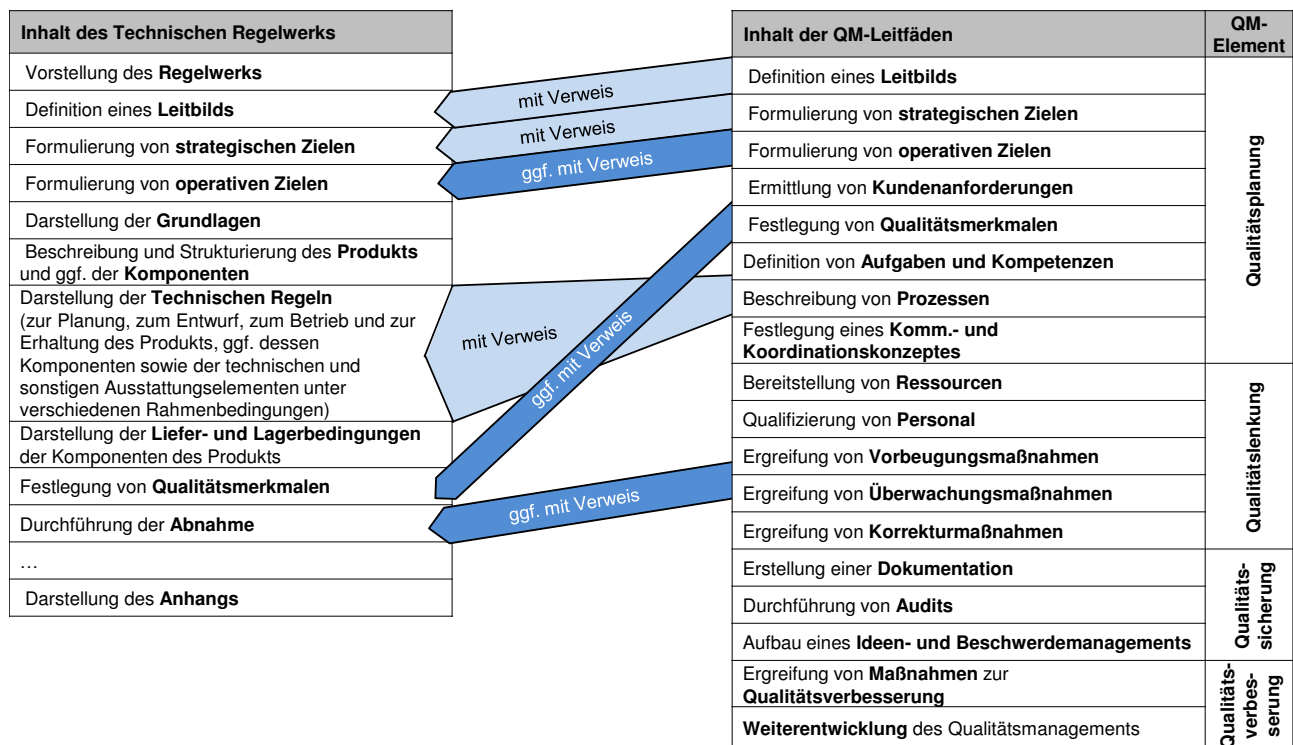
*Definieren Sie ein Leitbild für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung im Straßen- und Verkehrswesen. Dieses Leitbild soll darlegen, wozu das Produkt bzw. die Dienstleistung dient.*

#### Arbeitsschritt G1.2

*Beschreiben Sie allgemeine und qualitative Ziele sowie Grundsätze, die das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung hinsichtlich Sicherheit (z. B. Reduzierung der Unfallzahlen), Umwelt (z. B. Reduzierung der Lärmbelastungen), Mobilität (z. B. Erhöhung der Verkehrsqualität) und Wirtschaftlichkeit (z. B. Minimierung der Betriebskosten) erreichen sollte und die zur Erreichung des in dem Arbeitsschritt G1.1 definierten Leitbilds beitragen sollen. Gehen Sie dabei ggf. auf strategische Ziele ein, welche den einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr zuzuordnen sind.*

### 1.4. Aufbau des Leitfadens des Qualitätsmanagements

Der vorliegende Leitfaden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfaden) stellt eine Ergänzung zu den bereits bestehenden Regelwerken und Wissensdokumenten der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) dar, die sich mit der *Planung/ der Realisierung/ dem Betrieb/ der Umnutzung bzw. des Rückbaus* des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung befassen. Um inhaltliche Überschneidungen bzw. Dopplungen zu vermeiden, werden auf Basis der in Bild 4 dargestellten Gegenüberstellung die Inhalte des Technischen Regelwerks der FGSV von denen der QM-Leitfäden eindeutig voneinander abgegrenzt.



#### Legende:

- QM-Leitfäden
- Technisches Regelwerk

Bild 4: Gegenüberstellung der Inhalte des Technischen Regelwerks und der QM-Leitfäden (Quelle: RAUSCH, 2016)

### Arbeitsschritt G2

*Erläutern Sie den genauen Aufbau des erarbeiteten QM-Leitfadens für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung. Beschreiben Sie dazu kurz die Inhalte der einzelnen Kapitel des QM-Leitfadens und gehen Sie dabei ggf. auf Besonderheiten innerhalb der Kapitel ein.*

---

### **Arbeitsschritt Q1.1**

*Gestalten Sie das nachfolgende Kapitel für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung fachlich aus. Nutzen Sie dazu die vorhandenen Ausfüllhinweise in den einzelnen Unterkapiteln.*

### **Arbeitsschritt Q1.2**

*Passen Sie die nachfolgenden Handlungsempfehlungen für die Aufgabenträger entsprechend des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diese in den Leitfaden.*

### **Arbeitsschritt Q1.3**

*Wiederholen Sie die Arbeitsschritte Q1.1 und Q1.2 für jede Lebensphase des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung.*

---

## **2. Qualitätsmanagement *in der jeweiligen Lebensphase***

---

### **2.1. Qualitätsplanung**

Um das definierte Leitbild und die strategischen Ziele erreichen zu können, ist die Qualität *des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung* vorausschauend zu planen. Die sogenannte Qualitätsplanung dient damit der präventiven Fehlervermeidung und einer Verbesserung des Leistungsniveaus.

Im Rahmen der Qualitätsplanung werden die grundlegenden Qualitätsziele und -merkmale *des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung* festgelegt. Darüber hinaus sind Vereinbarungen zu treffen, wie die Anforderungen der Kunden bzw. Nutzer eines Verkehrssystems an *das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung* zu erfassen sind. Daneben sind die Prozesse *zur/zum Planung/Realisierung/Betrieb/Umnutzung/Rückbau des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung* detailliert zu beschreiben sowie die dazugehörigen Aufgaben und Kompetenzen von Personen zu benennen.

#### **2.1.1. Operative Ziele**

Um die Qualität *des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung* überwachen und ggf. korrigieren zu können, sind Ziele festzulegen, an denen der Grad der Zielerreichung gemessen werden kann.

### **Arbeitsschritt OP1.1**

*Prüfen Sie, ob im Technischen Regelwerk für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung bereits allgemeingültige operative Ziele hinsichtlich Sicherheit, Umwelt, Mobilität und Wirtschaftlichkeit genannt worden sind.*

### **Arbeitsschritt OP1.2**

*Sind bereits operative Ziele für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung ausreichend beschrieben, gehen Sie auf diese kurz ein und verweisen Sie auf die jeweiligen Regelwerke und/oder Wissensdokumente. Gehen Sie dabei ggf. auf operative Ziele ein, welche den einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr zuzuordnen sind.*

### **Arbeitsschritt OP1.3**

*Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:*

#### **„Arbeitsschritt OP1**

*Formulieren Sie operative Qualitätsziele für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung in Ihrem Aufgabenbereich, welche spezifisch, messbar, ausführbar, realistisch und termingerecht sind. Benennen Sie dabei Ziele hinsichtlich Sicherheit, Umwelt, Mobilität und Wirtschaftlichkeit. Gehen Sie dabei ggf. auf operative Ziele ein, welche den einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr zuzuordnen sind. Als Grundlage können Sie bspw. politische Beschlüsse, gesetzliche Vorgaben oder auch vorhandene Untersuchungsberichte (z.B. Luftreinhalte- und Lärminderungspläne) nutzen.“*

## **2.1.2. Ermittlung von Kundenanforderungen**

Um die Anforderungen von den Verkehrsteilnehmern an das Verkehrssystem und seine einzelnen Ausstattungselementen zu erfassen, können als Erhebungsmethode Befragungen eingesetzt werden. Gemäß den „Empfehlungen für Verkehrserhebungen“ (FGSV, 2012) werden Befragungen zwar vorrangig für die Ermittlung von Mobilitätskennziffern und personenbezogene Verhaltensdaten angewendet, dennoch stellen diese auch ein geeignetes Instrument dar, um konkrete Wünsche von Personen, die täglich das Verkehrssystem nutzen, zu ermitteln.

Vor der Durchführung einer Befragung der Kunden bzw. Verkehrsteilnehmer im Straßen- und Verkehrswesen sind jedoch zunächst bezüglich

- des Untersuchungsdesigns,
- der Befragungsverfahren,
- der Kommunikationsform,
- der Stichprobenauswahl,
- der Fragenbogeninhalte und -gestaltung sowie
- der Datenaufbereitung und -auswertung

Entscheidungen zu treffen. Welche Auswahlmöglichkeiten für die einzelnen genannten Punkte bestehen, werden im Folgenden näher erläutert.

### ***Wahl des Untersuchungsdesigns***

Die unterschiedlichen Untersuchungsdesigns, welche für Befragungen existieren, sind in Tabelle 1 aufgeführt und beschrieben.



| Untersuchungsdesign       |  | Beschreibung  |
|---------------------------|--|---|
| Querschnittsuntersuchung  |  | Einmalige Befragung einer Stichprobe von Personen über jeweils einen Stichtag   |
| Längsschnitt-untersuchung | Mehr-Tages-Befragungen   | Einmalige Befragung einer Stichprobe von Personen über jeweils einen Zeitraum, der aus mehreren aufeinanderfolgenden Erhebungstagen besteht   |
|                           | Wiederholungsbefragung (Replikative Befragung/ Trendbefragung) | Wiederholte Durchführung einer möglichst identischen Befragung (Design, Inhalte) mit jeweils neuer Stichprobe von Personen über jeweils einen mindestens einen Stichtag oder Zeitraum |
|                           | Panelfragung   | Wiederholte Befragungen derselben Stichprobe von Personen über jeweils mindestens einen Stichtag oder Zeitraum  |

Tabelle 1: Untersuchungsdesign im Verkehrswesen (Quelle: FGSV, 2012)

### Wahl des Befragungsverfahrens

Befragungen können nach FGSV (2012) generell nach dem Ort, an dem die Befragung durchgeführt wird, oder nach den Verkehrsarten unterschieden werden. In Bild 4 sind die verschiedenen Befragungsverfahren aufgeführt und kurz beschrieben. Dabei ist anzumerken, dass die Beschreibungen der einzelnen Verfahren entsprechend dem gegenüber FGSV (2012) geänderten Ziel der Befragung, d. h. Erkenntnisse über die Wünsche und Anforderungen an das Verkehrssystem und seine Ausstattungselemente von Verkehrsteilnehmern zu gewinnen, umformuliert wurden.

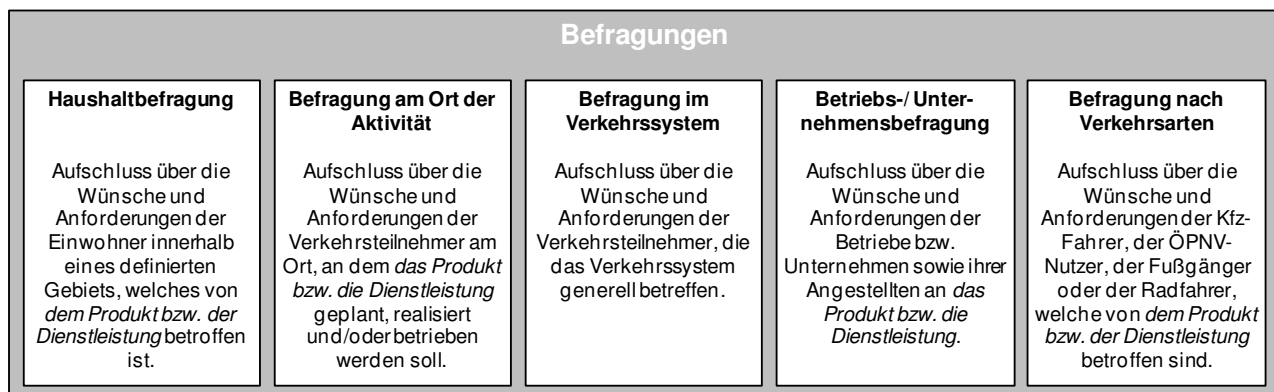


Bild 4: Übersicht an Befragungsverfahren (in Anlehnung an FGSV, 2012)

Ausführlichere Beschreibungen der einzelnen Befragungsverfahren können FGSV (2012) entnommen werden.

### Wahl der Kommunikationsform

Nach FGSV (2012) und auch FGSV (2004) können die Kommunikationsformen bzw. Befragungstechniken in konventionelle und computergestützte Methoden unterteilt werden, wobei die computergestützten Methoden grundsätzlich eine Weiterentwicklung und Verbesserung der konventionellen Methoden darstellen. In Tabelle 2 sind die einzelnen Kommunikationsformen kurz beschrieben.

| Kommunikationsform |   | Beschreibung   |
|--------------------|---|--|
| Konventionell      | Schriftlich                                     | Der Proband füllt einen Fragebogen eigenständig aus, wobei er diesen entweder per Post zugesendet oder ihm persönlich übergeben wird. Nach dem Ausfüllen wird der Fragebogen wieder abgeholt oder vom Proband zurückgesendet.  |
|                    | Persönlich                                      | Der Proband und der Interviewenden tauschen sich im persönlichen Gespräch aus. Der Interviewende bringt den Fragebogen mit und füllt diesen gemeinsam mit dem Probanden aus.   |
|                    | Telefonisch                                     | Der Proband wird von einem ausgebildeten Interviewpersonal in einem Telefongespräch durch einen Fragebogen geleitet. Der Interviewende liest die Fragen ab und erfasst die Antworten des Probanden.  |
| Computergestützt   | CASI (Computer-assisted self interviewing)      | Der Proband füllt einen Fragebogen eigenständig aus, wobei er diesen per Email oder als Link mit Zugangsdaten für eine Internetseite zugesendet bekommt.   |
|                    | CAPI (Computer-assisted personal interviewing)  | Der Proband und der Interviewenden tauschen sich im persönlichen Gespräch aus. Der Interviewende bringt den Fragebogen mit und die Antworten können dann unmittelbar in einem tragbaren Computer eingetragen werden. Zudem kann das Interview auch aufgezeichnet werden. |
|                    | CATI (Computer-assisted telephone interviewing) | Der Proband wird von einem ausgebildeten Interviewpersonal in einem Telefongespräch durch einen Fragebogen geleitet. Der Interviewende liest die Fragen von einem Bildschirm ab und erfasst die Antworten des Probanden direkt in einer Datenbank.                       |
|                    | Webbasiert                                      | Im Rahmen des Internetauftritts kann eine Verlinkung auf einen Fragebogen vorgenommen werden, welcher von den Besuchern des Internetauftritts ausgefüllt werden kann.  |

Tabelle 2: Übersicht der Kommunikationsformen (in Anlehnung an FGSV, 2012)

Ausführlichere Beschreibungen sowie die Vor- und Nachteile der einzelnen Kommunikationsformen können FGSV (2004) und FGSV (2012) entnommen werden.

### *Wahl der Stichprobe*

Die Stichprobenauswahl kann nach FGSV (2012) mittels verschiedener Verfahren durchgeführt werden. Neben einer einfachen Zufallsauswahl können u. a. auch eine mehrstufige oder systematische Zufallsauswahl getroffen werden. Doch welches Verfahren letztendlich angewendet wird, hängt meist zum einen von Informationen über die Grundgesamtheit sowie von wirtschaftlichen Überlegungen und zum anderen auch von der Wahl des Befragungsverfahrens ab. So wird bspw. die systematische Zufallsauswahl für Befragungen am Ort der Aktivität eingesetzt, wie Tabelle 3 zeigt.

| Auswahlverfahren             | Einsatzgebiet bei Befragungen         |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Einfache Zufallsauswahl      | Befragung im Straßenraum              |
| Geschichtete Zufallsauswahl  | Haushaltsbefragung, Betriebsbefragung |
| Klumpenauswahl               | Haushaltsbefragung                    |
| Mehrstufige Zufallsauswahl   | Bundesweite Erhebung                  |
| Systematische Zufallsauswahl | Befragung am Ort der Aktivität        |

Tabelle 3: Auswahlverfahren und ihr Einsatzgebiet (angelehnt an FGSV, 2012)

Darüber hinaus spielt der Umfang der Stichprobe ebenfalls eine wesentliche Rolle, um eine repräsentative Aussage zu den Anforderungen der Verkehrsteilnehmer bezüglich des Verkehrssystems und seiner Ausstattungselemente zu erhalten. Hierzu sind grundsätzlich die

---

Erläuterungen von FGSV (2012) zu beachten. Dennoch kann festgehalten werden, dass durch eine zu geringe Stichprobe keine aussagekräftigen bzw. allgemeingültigen Anforderungen, die das Verkehrssystem und die einzelnen Ausstattungselemente zu erfüllen sollen, ermittelt werden können.

#### *Wahl der Fragebogeninhalte und -gestaltung*

Die Fragenentwicklung umfasst neben dem inhaltlichen Aufbau auch die optische Gestaltung und die Formulierung der Fragen. Zudem sollte der Fragebogen getestet und ggf. überarbeitet werden. Anpassungen der eher allgemeingültigen Erläuterungen von FGSV (2012) zu den genannten Punkten sind trotz der veränderten Ziels der Befragung, d.h. Anforderungen an das Verkehrssystem und seine Ausstattungselemente zu ermitteln, nicht notwendig. Lediglich die verwendeten Fragen sind entsprechend dem Ziel auszurichten. So sollen im Rahmen der Fragen speziell die Anforderungen der einzelnen Verkehrsteilnehmer an *das zu betrachtende Produkt bzw. die betrachtende Dienstleistung in der/dem Planung/Realisierung/Betrieb/Erhaltung/Umnutzung/Rückbau* richten. Zur Beantwortung der Fragen können dabei entweder offene bzw. freie oder vorgegebene Antwortmöglichkeiten im Fragebogen verwendet werden.

#### *Wahl der Datenaufbereitung und -auswertung*

Die Ergebnisse im Zuge der Ermittlung von Kunden- bzw. Verkehrsteilnehmeranforderungen stellen weniger Daten als viel mehr Informationen dar. Dennoch sind die erhaltenen Informationen ebenso wie erhobene Rohdaten zu behandeln und diese in eine weitgehend fehlerfreie und für die Auswertung geeignete Form zu überführen (FGSV, 2012).

Nach der Durchführung der Befragung sind die einzelnen Fragebögen auszuwerten, um die gewünschten Aussagen hinsichtlich der Anforderungen der Verkehrsteilnehmer zu erhalten. Dazu können die Fragebögen bzw. die darin enthaltenen Antworten zunächst nach Haushalts- oder Personenmerkmalen strukturiert werden, um bspw. Aussagen zu den Anforderungen von verschiedenen Haushaltsgrößen oder Personengruppen treffen zu können. Anschließend können die verschiedenen Antworten der Befragten analysiert werden. Dabei spielt die Gestaltung der Antwortmöglichkeiten eine wesentliche Rolle. Vorgegebene Antworten erleichtern die Auswertung der Fragebögen, da identisch ausgewählte Antworten aufsummiert und aus den meistgewählten Antworten repräsentative Anforderungen abgeleitet werden können. Wenn dagegen die Antworten offen gestaltet wurden, müssen aufgrund der vielfältigen Antwortmöglichkeiten zunächst diejenigen zusammengefasst werden, welche sinngemäß zusammengehören. Anschließend können daraus dann Anforderungen an das Verkehrssystem und/oder seine Ausstattungselemente formuliert werden.

### **Arbeitsschritt OP2.1**

Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:

#### **„Arbeitsschritt OP2.1**

Wählen Sie das Untersuchungsdesign für die Befragung zur Ermittlung der Anforderungen an das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung aus.“

### **Arbeitsschritt OP2.2**

Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:

#### **„Arbeitsschritt OP2.2**

Wählen Sie ein Bewertungsverfahren für die Befragung zur Ermittlung der Anforderungen an das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung aus.“

### **Arbeitsschritt OP2.3**

Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:

#### **„Arbeitsschritt OP2.3**

Wählen Sie eine geeignete Kommunikationsform für die Befragung zur Ermittlung der Anforderungen an das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung aus.“

### **Arbeitsschritt OP2.4**

Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:

#### **„Arbeitsschritt OP2.4**

Wählen Sie eine geeignete Stichprobe für die Befragung zur Ermittlung der Anforderungen an das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung aus.“

### **Arbeitsschritt OP2.5**

Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:

#### **„Arbeitsschritt OP2.5**

Wählen Sie die Inhalte eines Fragebogens und gestalten Sie diesen für die Befragung zur Ermittlung der Anforderungen an das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung aus. Formulieren Sie dabei die Fragen verständlich und stellen Sie sicher, dass diese mit gleicher Bedeutung von den Befragten aufgenommen werden. Entscheiden Sie zudem, ob die Antworten im Fragebogen vorgegeben werden sollen oder frei wählbar sind.“

### **Arbeitsschritt OP2.6**

Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:

#### **„Arbeitsschritt OP2.6**

Wählen Sie eine Form der Datenaufbereitung und -auswertung für die Befragung zur Ermittlung der Anforderungen an das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung aus.“

---

### 2.1.3. Qualitätsmerkmale

Um die Qualität *des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung* messen und diese schließlich mit den zuvor definierten Qualitätszielen vergleichen zu können, sind objektive Kenngrößen festzulegen, welche die Qualität hinsichtlich Sicherheit, Umwelt, Mobilität und Wirtschaftlichkeit umschreiben.

#### **Arbeitsschritt OP3.1**

*Prüfen Sie, ob im Technischen Regelwerk für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung bereits Qualitätsmerkmale genannt worden sind.*

#### **Arbeitsschritt OP3.2**

*Sind bereits Qualitätsmerkmale für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung ausreichend beschrieben, gehen Sie auf diese kurz ein und verweisen Sie auf die jeweiligen Regelwerke und/oder Wissensdokumente. Gehen Sie dabei ggf. auf Qualitätsmerkmale ein, welche den einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr zuzuordnen sind.*

#### **Arbeitsschritt OP3.3**

*Sind im Technischen Regelwerk Qualitätsmerkmale für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung nicht ausreichend berücksichtigt, dann formulieren Sie objektive Kenngrößen für die einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr zur Messbarkeit der Qualität *des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung* hinsichtlich Sicherheit, Umwelt, Mobilität und Wirtschaftlichkeit. Geben Sie dabei eventuell auch Grenzwerte an, die eine gute bzw. schlechte Qualität beschreiben.*

### 2.1.4. Definition von Aufgaben und Kompetenzen

Damit die Aufgaben, die zur Förderung der Qualität *des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung* zu leisten sind, effizient und systematisch umgesetzt werden können, sind die einzelnen Aufgaben sowie die zu der Bewältigung erforderlichen Kompetenzen der Personen oder Organisationseinheiten bzw. die Zuständigkeiten festzulegen.

#### **Arbeitsschritt OP4.1**

Definieren Sie allgemeingültige Aufgaben von Personen oder Organisationen, die zur Förderung der Qualität des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung zu leisten sind.

#### **Arbeitsschritt OP4.2**

Ordnen Sie den im Arbeitsschritt QP4.1 definierten Aufgaben die zu deren Bewältigung erforderlichen Kompetenzen bzw. Zuständigkeiten von Personen oder Organisationen zu.

#### **Arbeitsschritt OP4.3**

Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:

##### **„Arbeitsschritt QP4**

Fügen Sie den allgemeingültigen Aufgaben ggf. weitere Aufgaben zur Förderung der Qualität des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung hinzu, die in Ihrem Aufgabenbereich anfallen, und ordnen Sie diesen die erforderlichen Kompetenzen bzw. Zuständigkeiten zu. Ordnen Sie anschließend allen auftretenden Aufgaben Personen oder Organisationseinheiten innerhalb Ihres Aufgabenbereichs zu und geben Sie dies bekannt.“

### **2.1.5. Beschreibung von Prozessen**

Die Festlegung der einzelnen Prozesse bzw. Technischen Regeln zur/zum Planung/zur Realisierung,/zum Betrieb/zur Erhaltung/zur Umnutzung/zum Rückbau des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung sind gemäß RAUSCH (2016) inhaltlicher Bestandteil des Technischen Regelwerks der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) und stellen somit keinen unmittelbaren Bestandteil des QM-Leitfadens dar.

#### **Arbeitsschritt QP5**

Formulieren Sie einen kurzen Text, in dem Sie auf die entsprechenden Regelwerke und/oder Wissensdokumente verweisen, welche die Technischen Regeln zur Planung, zur Realisierung, zum Betrieb, zur Erhaltung und zur Umnutzung/zum Rückbau des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung für die einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr beinhalten. Sie können dabei auf die folgenden Punkte Bezug nehmen und die entsprechenden Regelwerke und/oder Wissensdokumente nennen, welche diese behandeln:

- Arbeitsanweisungen,
- Parameterdefinitionen,
- Berechnungsvorschriften,
- Mindest- und Maximalwerte,
- angestrebtes Ergebnis,
- zeitliche Vorgaben,
- Anforderungen an Materialeigenschaften,
- beteiligte Personen,
- Sonderformen der Ausführung,
- Dokumentation,
- ...

Bei Bedarf können Sie die oben aufgeführten Punkte erweitern.

### 2.1.6. Festlegung eines Kommunikations- und Koordinationskonzepts

Im Rahmen eines Kommunikations- und Koordinationskonzepts ist der Zusammenhang zwischen den in Kapitel 2.1.4 definierten Aufgaben und Kompetenzen bzw. Zuständigkeiten von Personen und Organisationseinheiten dargestellt. Das Konzept zeigt den Kommunikations- und Koordinationsbedarf zwischen Personen und Organisationseinheiten, der im Qualitätsmanagement *des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung* auftreten kann.

#### **Arbeitsschritt QP6.1**

*Beschreiben Sie den allgemeingültigen Kommunikations- und Koordinationsbedarf, der im Rahmen des Qualitätsmanagements für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung auftreten kann. Gehen Sie ggf. darauf ein, worüber wann mit wem wie kommuniziert werden sollte. Nehmen Sie dabei auf die Arbeitsschritte QP4.1 und QP4.2 Bezug.*

#### **Arbeitsschritt QP6.2**

*Ordnen Sie dem im Arbeitsschritt QP6.1 beschriebenen Kommunikations- und Koordinationsbedarf Personen und/oder Organisationseinheiten zu, welche miteinander kommunizieren bzw. sich abstimmen sollten.*

#### **Arbeitsschritt QP6.3**

*Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:*

#### **„Arbeitsschritt QP6**

*Fügen Sie dem allgemeingültigen Kommunikations- und Koordinationsbedarf ggf. weiteren Bedarf zur Kommunikation bzw. Koordination bezüglich des Qualitätsmanagements für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung hinzu, der in Ihrem Aufgabenbereich anfällt. Berücksichtigen Sie dabei, worüber wann mit wem in Ihrem Aufgabenbereich wie kommuniziert werden sollte, und ordnen Sie dazu die zuständigen Personen (ggf. auch namentlich) und/oder Organisationseinheiten in Ihrem Aufgabenbereich zu. Nehmen Sie dabei auf den Arbeitsschritt QP4 Bezug.“*

## 2.2. Qualitätslenkung

Aufbauend auf der Qualitätsplanung werden in der Qualitätslenkung der *Planungs-/Realisierungs-/Betriebs-/Umnutzungs-/Rückbauphase* alle Maßnahmen zur Überwachung, Korrektur und Verbesserung des *zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung* sowie dazu erforderlichen Ressourcen dargelegt, die zur Erfüllung der Qualitätsziele und -anforderungen dienen. Die Korrekturmaßnahmen sind dabei in einen kontinuierlichen und laufenden Prozess eingebettet und dienen somit als Online-Verbesserung des *zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung*. Zudem sind die erforderlichen Weiterbildungsmaßnahmen des Personals bezüglich des Qualitätsmanagements festzuhalten.

### 2.2.1. Bereitstellung von Ressourcen

Um die angestrebte Qualität gemäß der Qualitätsziele und -anforderungen für *das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung* umsetzen und dauerhaft gewährleisten zu können, sind entsprechende Ressourcen bezüglich Personal, Finanz- und Sachmittel zu bestimmen und bereitzustellen.

#### **Arbeitsschritt OL1.1**

Nennen Sie den Bedarf an Personal, welches zur Durchführung der einzelnen Aufgaben und Prozesse gemäß Kapitel 2.1.4 und 2.1.5 für die einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr in der angestrebten Qualität benötigt wird.

#### **Arbeitsschritt OL1.2**

Nennen Sie den Bedarf an Finanzmittel, welche zur Durchführung der einzelnen Aufgaben und Prozesse gemäß Kapitel 2.1.4 und 2.1.5 für die einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr in der angestrebten Qualität benötigt wird.

#### **Arbeitsschritt OL1.3**

Nennen Sie den Bedarf an Sachmittel, welche zur Durchführung der einzelnen Aufgaben und Prozesse gemäß Kapitel 2.1.4 und 2.1.5 für die einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr in der angestrebten Qualität benötigt wird.

#### **Arbeitsschritt OL1.4**

Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des *zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung* an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:

##### **„Arbeitsschritt OL1**

Stellen Sie die hier beschriebenen Ressourcen bezüglich Personal, Finanz- und Sachmittel zur Erreichung der angestrebten Qualität des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung bereit. Beachten Sie dabei, dass je nach Größe Ihres Aufgabenbereichs eine unterschiedliche Anzahl von Stellen für Personal benötigt werden können.“

### 2.2.2. Qualifizierung von Personal

Für die Erreichung und dauerhafte Sicherstellung der angestrebten Qualität *des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung* ist die Qualifizierung des Personals, das für die unterschiedlichen Aufgaben nach Kapitel 2.1.4 und Prozesse nach Kapitel 2.1.5 zuständig ist, von wesentlicher Bedeutung.



Aufgrund der vielfältigen sowie sich stets ändernden Aufgaben und Prozesse, die im Rahmen der Planung/der Realisierung/des Betriebs/der Erhaltung/der Umnutzung bzw. des Rückbaus des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung anfallen, ergeben sich unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich der Qualifikation und der Fortbildung des Personals. So sind die Mitarbeiter zum einen innerhalb ihres jeweiligen Aufgabenbereichs und zum anderen hinsichtlich des Qualitätsmanagements des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung weiterzubilden.

#### **Arbeitsschritt QL2.1**

Beschreiben Sie die generell erforderliche Qualifizierung und Weiterbildungsmaßnahmen, denen sich das Personal unterziehen sollte, um die Ihnen zugeordneten Aufgaben (vgl. Arbeitsschritt QP4.1) und Prozesse (vgl. Kapitel 2.1.5) für die einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr effizient und zielgerichtet umsetzen zu können. Geben Sie dabei an, in welchem Turnus diese Maßnahmen besucht werden sollten.

#### **Arbeitsschritt QL2.2**

Beschreiben Sie die generell erforderlichen Weiterbildungsmaßnahmen bezüglich des Qualitätsmanagements, denen sich das Personal unterziehen sollte. Geben Sie dabei an, in welchem Turnus diese Maßnahmen zu besuchen sind.

#### **Arbeitsschritt QL2.3**

Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:

##### **„Arbeitsschritt QL2**

Fügen Sie den generellen Weiterbildungsmaßnahmen innerhalb der jeweiligen Lebensphase (Planung/Realisierung/Betrieb/Erhaltung/Umnutzung/Rückbau) des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung ggf. weitere in Ihren Aufgabenbereich erforderliche Weiterbildungsmaßnahmen hinzu. Geben Sie dabei an, in welchem Turnus und von welchen Mitarbeitern bzw. Organisationseinheiten diese Maßnahmen besucht werden sollten.

Fügen Sie zudem den generellen Weiterbildungsmaßnahmen zum Qualitätsmanagement ggf. weitere in Ihren Aufgabenbereich erforderliche Weiterbildungsmaßnahmen hinzu. Geben Sie dabei an, in welchem Turnus und von welchen Mitarbeitern bzw. Organisationseinheiten diese Maßnahmen besucht werden sollten.“

### **2.2.3. Ergreifung von Vorbeugungsmaßnahmen**

Um die Qualität des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung und der einzelnen Prozesse sicherstellen zu können, sind Maßnahmen zu treffen, welche zum einen die Ursache eines möglichen Fehlers beseitigen und zum anderen das Auftreten von Fehlern verhindern. Diese Vorbeugungsmaßnahmen müssen dabei gegenüber den Auswirkungen eines möglichen Fehlers angemessen sein.

### **Arbeitsschritt QL3.1**

Nennen Sie potenzielle Fehler und deren mögliche Ursachen, die im Rahmen der einzelnen Prozesse in der jeweiligen Lebensphase (Planung/Realisierung/Betrieb/Erhaltung/Umnutzung/Rückbau) des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung für die einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr auftreten könnten. Legen Sie dabei den Fokus auf Fehler, die in jedem Fall verhindert werden sollten.

### **Arbeitsschritt QL3.2**

Beschreiben Sie Maßnahmen für die einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr, die zur Beseitigung von Ursachen eines möglichen Fehlers umgesetzt werden sollten, hinsichtlich Art, Umfang und Aufwand der Umsetzung. Geben Sie zudem an, in welchem Turnus diese durchgeführt werden sollten.

### **Arbeitsschritt QL3.3**

Ordnen Sie den im Arbeitsschritt QL3.1 genannten möglichen Fehlern und deren Ursache die im Arbeitsschritt QL3.2 beschriebenen Vorbeugungsmaßnahmen zu und stellen Sie diese in dem nachfolgenden Tabellenlayout zusammen. Sortieren Sie dabei die Vorbeugungsmaßnahmen entsprechend ihres Umsetzungsaufwands aufsteigend.

| Fehlerkategorie | Potenzielle Fehler | Mögliche Ursachen | Vorbeugungsmaßnahmen |
|-----------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| ...             | ...                | ...               | ...                  |
| ...             | ...                | ...               | ...                  |

### **Arbeitsschritt QL3.4**

Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:

#### **„Arbeitsschritt QL3**

Fügen Sie den Vorbeugungsmaßnahmen innerhalb der jeweiligen Lebensphase (Planung/Realisierung/Betrieb/Erhaltung/Umnutzung/Rückbau) des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung ggf. weitere in Ihren Aufgabenbereich erforderliche Vorbeugungsmaßnahmen hinzu.

Entscheiden Sie, welche Fehler im Rahmen der einzelnen Prozesse in der jeweiligen Lebensphase (Planung/Realisierung/Betrieb/Erhaltung/Umnutzung/Rückbau) des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung potenziell auftreten können und welche Fehler verhindert werden sollten. Wählen Sie anschließend die Vorbeugungsmaßnahmen aus, welche mit Ihren verfügbaren Ressourcen durchgeführt werden können. Dokumentieren Sie die Durchführung der einzelnen Vorbeugungsmaßnahmen und die sich daraus ergebenden Ergebnisse. Bewerten Sie die Maßnahmen dahingehend, ob diese zur Vorbeugung des Fehlers bzw. zur Beseitigung der möglichen Ursache beigetragen haben.“

## **2.2.4. Ergreifung von Überwachungsmaßnahmen**

Um die Qualität des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung und der einzelnen Prozesse überwachen bzw. messen zu können, sind Maßnahmen zu bestimmen und durchzuführen, welche die in Kapitel 2.1.3 genannten Qualitätsmerkmale bezüglich der Sicherheit, Mobilität, Umwelt sowie Wirtschaftlichkeit ermitteln.

#### **Arbeitsschritt OL4.1**

Stellen Sie Maßnahmen zusammen, mit denen die in Kapitel 2.1.3 aufgeführten Qualitätsmerkmale in der jeweiligen Lebensphase (Planung/Realisierung/Betrieb/Erhaltung/Umnutzung/Rückbau) des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung für die einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr ermittelt werden können. Beschreiben Sie diese Überwachungsmaßnahmen hinsichtlich Art, Umfang, Aufwand der Umsetzung und Turnus der Durchführung.

#### **Arbeitsschritt OL4.2**

Ordnen Sie den in Kapitel 2.1.3 aufgeführten Qualitätsmerkmalen die im Arbeitsschritt OL4.1 genannten Überwachungsmaßnahmen zu und stellen Sie diese in dem nachfolgenden Tabellenlayout zusammen. Sortieren Sie dabei die Überwachungsmaßnahmen entsprechend ihres Umsetzungsaufwands aufsteigend.

| Kategorie | Qualitätsmerkmal | Überwachungsmaßnahmen |
|-----------|------------------|-----------------------|
| ...       | ...              | ...                   |
| ...       | ...              | ...                   |

#### **Arbeitsschritt OL4.3**

Nennen Sie mögliche externe Bezugsquellen für Daten zur Erfassung der einzelnen Qualitätsmerkmale. Geben Sie zudem an, ob eine separate, eigens durchgeführte Überwachung bzw. Ermittlung des jeweiligen Qualitätsmerkmals entfallen kann.

#### **Arbeitsschritt OL4.4**

Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:

##### **„Arbeitsschritt OL4**

Fügen Sie den Überwachungsmaßnahmen innerhalb der jeweiligen Lebensphase (Planung/Realisierung/Betrieb/Erhaltung/Umnutzung/Rückbau) des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung ggf. weitere in Ihren Aufgabenbereich erforderliche Überwachungsmaßnahmen hinzu.

Überlegen Sie anschließend, ob Sie durch externe Quellen Daten für die einzelnen Qualitätsmerkmalen des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung erhalten können, ohne selbst eine Messung durchführen zu müssen.

Sollten Sie selbst eine Messung der festgelegten Qualitätsmerkmale durchführen müssen oder wollen, wählen Sie entsprechend dem zu erfassenden Qualitätsmerkmal die Überwachungsmaßnahme aus, welche mit Ihren verfügbaren Ressourcen durchgeführt werden kann. Dokumentieren Sie die Durchführung der einzelnen Überwachungsmaßnahmen und die sich daraus ergebenden Ergebnisse. Bewerten Sie die Maßnahmen hinsichtlich der Genauigkeit der ermittelten Kennwerte und des entstandenen Umsetzungsaufwands in Ihrem Aufgabenbereich.

Nach der Durchführung der einzelnen Überwachungsmaßnahmen vergleichen Sie die ermittelten Kennwerte mit den in Kapitel 2.1.3 genannten Grenzwerte für das jeweilige Qualitätsmerkmal und geben Sie an, ob die gewünschte bzw. geforderte Qualität für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung erreicht werden konnte. Zeigen Sie ggf. die aufgetretenen Fehler bzw. Abweichungen bei den einzelnen Qualitätsmerkmalen auf.“

## 2.2.5. Ergreifung von Korrekturmaßnahmen

Zur Korrektur eines durch die getroffenen Überwachungsmaßnahmen erkannten Fehlers bzw. einer Abweichung von den festgelegten Zielen und Anforderungen *an das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung* sind Maßnahmen zu ergreifen, die dessen Ursache beseitigen.

### Arbeitsschritt QL5.1

Zeigen Sie mögliche Ursachen für einen durch die Überwachungsmaßnahmen erkannten Fehler oder für eine Abweichung von der geforderten Qualität des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung für die einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr auf.

### Arbeitsschritt QL5.2

Stellen Sie Maßnahmen für die einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr zusammen, mit denen die im Arbeitsschritt QL5.1 genannten Fehler und Abweichungen behoben werden können. Beschreiben Sie diese Korrekturmaßnahmen hinsichtlich Art, Umfang, Aufwand der Umsetzung und Turnus der Durchführung.

### Arbeitsschritt QL5.3

Ordnen Sie den im Arbeitsschritt QL5.1 genannten möglichen Ursachen die im Arbeitsschritt QL5.2 beschriebenen Korrekturmaßnahmen zu und stellen Sie diese in dem nachfolgenden Tabellenlayout zusammen. Sortieren Sie dabei die Korrekturmaßnahmen entsprechend ihres Umsetzungsaufwands aufsteigend.

| Ursache für möglichen erkannten Fehler | Korrekturmaßnahmen |
|--|--------------------|
| ...                                    | ...                |
| ...                                    | ...                |

### Arbeitsschritt QL5.4

Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:

#### „Arbeitsschritt QL5

Fügen Sie den Korrekturmaßnahmen innerhalb der jeweiligen Lebensphase (Planung/Realisierung/Betrieb/Erhaltung/Umnutzung/Rückbau) des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung ggf. weitere in Ihren Aufgabenbereich erforderliche Korrekturmaßnahmen hinzu.

Ermitteln Sie anschließend die Ursache für die im Arbeitsschritt QL4 erkannten Fehler bzw. Abweichungen. Wählen Sie anschließend entsprechend der ermittelten Ursachen die Korrekturmaßnahmen aus, welche mit Ihren verfügbaren Ressourcen durchgeführt werden können. Dokumentieren Sie die Durchführung der einzelnen Korrekturmaßnahmen und die sich daraus ergebenden Ergebnisse. Bewerten Sie die Maßnahmen hinsichtlich des entstandenen Umsetzungsaufwands in Ihrem Aufgabenbereich und stellen Sie sicher, dass die gewünschte bzw. geforderte Qualität für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung mittels der Korrekturmaßnahmen erreicht werden konnte. Sie können dazu ggf. eine weitere Messung des entsprechenden Qualitätsmerkmals gemäß Arbeitsschritt QL4 durchführen.“

---

## 2.3. Qualitätssicherung

Innerhalb der Qualitätssicherung soll in der *Planungs-/Realisierungs-/Betriebs-/Umnutzungs-/Rückbauphase* Vertrauen in *das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung* geschaffen werden. Dazu werden die geplanten und ausgeführten Tätigkeiten sowie die erreichten Ergebnisse bzw. Qualitätsziele mittels einer Dokumentation (Qualitätsbericht) festgehalten und dem Nutzer eines Verkehrssystems bzw. den Verkehrsteilnehmer zugänglich gemacht. Zudem wird für die Verkehrsteilnehmer Raum geschaffen, ihre Anforderungen an *das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung* kontinuierlich mitzuteilen. Darüber hinaus sind Festlegungen hinsichtlich internen und externen Audits vorzunehmen, um die Funktionsfähigkeit des Qualitätsmanagements sicherzustellen.

### 2.3.1. Erstellung einer Dokumentation

Um die Qualität, welche aufgrund der durchgeführten Prozesse und Tätigkeiten, wie bspw. den Vorbeugungs- und Korrekturmaßnahmen, erreicht werden konnte, belegbar zu machen, ist diese in Form eines Qualitätsberichts regelmäßig zu dokumentieren (Reporting). Diese Art der Dokumentation bildet zum einen eine Grundlage zur Abwägung und Entscheidung von Handlungskonzepten sowie Maßnahmen, welche *das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung* betreffen. Zum anderen kann dadurch die Kommunikation zwischen den fachlich Verantwortlichen, der Politik sowie der Öffentlichkeit verbessert und somit die Akzeptanz von Maßnahmen in der Öffentlichkeit erhöht werden.

### **Arbeitsschritt OS1.1**

*Beschreiben Sie die Möglichkeiten zur Dokumentation der Qualität des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung hinsichtlich Art, Umfang, Format, Medium, Aufwand der Umsetzung und Turnus der Durchführung. Sie können dabei auf die folgenden Punkte für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung Bezug nehmen:*

- Leitbild,
- Qualitätsziele,
- Darstellung und Bewertung der durchgeführten Vorbeugungs- und Korrekturmaßnahmen,
- ggf. Bewertung der internen Prozesse,
- aktueller Stand im Hinblick auf die Qualität bzw. die Qualitätsmerkmale,
- Darstellung der Verbesserung der Qualität bzw. der Qualitätsmerkmale,
- Festlegung von Qualitätszielen für die kommenden Jahre,
- Beschreibung der in dem kommenden Jahr geplanten Vorbeugungs- und Korrekturmaßnahmen,
- Ansprechpartner für Fragen,
- ...

*Bei Bedarf können Sie die oben aufgeführten Punkte erweitern.*

### **Arbeitsschritt OS1.2**

*Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:*

#### **„Arbeitsschritt QS1**

*Dokumentieren Sie die Qualität des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung entsprechend der hier getätigten Vorgaben. Wählen Sie dazu ein angemessenes Format (z. B. hinsichtlich Sprache, Grafiken) und Medium (z. B. Papier, elektronisch) für die Dokumentation. Zudem können Sie bei Bedarf die oben aufgeführten möglichen Inhaltspunkte erweitern.“*

## **2.3.2. Durchführung von Audits**

Im Rahmen eines Audits werden Prozesse, Aktivitäten oder Ergebnisse hinsichtlich des Grads der Erfüllung bzw. Einhaltung von definierten Anforderungen, Normen oder Standards systematisch und unabhängig geprüft. Dabei können interne und externe Audits unterschieden werden, welche sich in Bezug auf den Status des Auditors voneinander abgrenzen. Während das interne Audit von einem geschulten Mitarbeiter oder einem externen Qualitätsmanagementberater durchgeführt wird, erfolgt das externe Audit durch eine Zertifizierungsstelle. Darüber hinaus kann zusätzlich hinsichtlich des Auditgegenstands eine Unterscheidung vorgenommen werden, welche unter dem Begriff Qualitätsaudit zusammengefasst werden können:

- Systemaudit,
- Verfahrensaudit,
- Produktaudit.

Im Rahmen des Systemaudits werden das Qualitätsmanagement selbst und seine Aus- bzw. Durchführung hinsichtlich dessen Wirksamkeit und Funktionsfähigkeit überprüft. Die Durchführung des Systemaudits kann in Anlehnung an DIN EN ISO 19011:2011-12 erfolgen, welche u. a. eine Anleitung zur Umsetzung von Auditprinzipien und zur Durchführung von Audits für Qualitätsmanagementsysteme darstellt. Ihre Regelung können sowohl für interne als auch für externe Audits angewendet werden. In dem Verfahrensaudit werden hingegen die einzelnen Prozesse zur/zum Planung/Realisierung/Betrieb/Erhaltung/Umnutzung/Rückbau des zu

betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung begutachtet. Diese Überprüfung der Prozesse an sich wird grundsätzlich von den zuständigen Gremien der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen durchgeführt. In regelmäßigen Sitzungen werden die Inhalte des Technischen Regelwerks diskutiert und ggf. hinsichtlich des aktuellen Stands der Technik überarbeitet. Die Prüfung der Ausführung eines Produkts oder einer Dienstleistung im Bezug auf die Übereinstimmung mit den festgelegten Qualitätsmerkmalen erfolgt im Zuge des Produktaudits. Hierbei ist anzumerken, dass das Produktaudit nach der Abgrenzung der Inhalte eines umfassenden Qualitätsmanagements auch als Überwachungsmaßnahme dienen kann und somit Bestandteil des Kapitels 2.2.4 ist. Darüber hinaus sind ggf. die Regelungen der „Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen“ (FGSV, 2002) zu berücksichtigen, welche ebenfalls dem Produktaudit zugeordnet werden können.

#### **Arbeitsschritt QS2**

*Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:*

#### **„Arbeitsschritt QS2**

*Benennen Sie für das Produktaudit eine zuständige Person (ggf. auch namentlich) und/oder Organisationseinheiten in Ihrem Aufgabenbereich. Bestimmen Sie zudem die an dem Audit zu beteiligten Personen und/oder Organisationseinheiten.*

*Entscheiden Sie, ob Sie das Produktaudit für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung intern oder extern durchführen lassen möchten. Analysieren und dokumentieren Sie die Ergebnisse und geben Sie diese ggf. innerhalb Ihres Aufgabenbereichs und/oder öffentlich bekannt.“*

### **2.3.3. Aufbau eines Ideen- und Beschwerdemanagements**

Um die Probleme und Mängel bei der alltäglichen Nutzung *des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung* zu erkennen, wird den Nutzern des Verkehrssystems bzw. die Verkehrsteilnehmer im Rahmen eines Ideen- und Beschwerdemanagements die Möglichkeit gegeben, Hinweise auf Mängel aus ihrer Sicht und eigene Ideen zur Verbesserung *des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung* zu geben. (FGSV, 2007)

Um ein Ideen- und Beschwerdemanagement aufbauen zu können, ist zunächst ein Ansprechpartner (Einzelperson oder Organisationseinheit) in dem jeweiligen Aufgabenbereich zu bestimmen, welcher die Ideen und Beschwerden der Verkehrsteilnehmer in jeglicher Form (per Email, Post, Telefonat oder persönlich) entgegennimmt. Dieser sollte zum einen eine soziale Kompetenz und zum anderen eine fachliche Kompetenz in Bezug auf *das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung* aufweisen.

Die Grundlage für den Aufbau eines wirksamen Beschwerdemanagements stellt DIN ISO 10002:2010-05 dar, welche den Prozess der Beschwerde- bzw. Reklamationsbearbeitung beschreibt. Dieser Prozess kann grundsätzlich auch auf die Bearbeitung von Ideen und Anregungen zur Verbesserung *des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung* angewendet werden, welcher sich aus den in Tabelle 4 aufgeführten Bestandteile zusammensetzt.

| Bestandteil                     | Beschreibung  |
|---------------------------------|---|
| Kommunikation                   | <p>Bereitstellung von Informationen (z. B. in Form von Prospekten oder auf Internetauftritt) über die Möglichkeit zur Meldung von Ideen und Beschwerden.</p> <p>Mögliche Inhalte der Informationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ansprechpartner für Abgabe der Meldung,</li> <li>▪ Form der Meldung (z. B. durch formalisierten Ideen- und Beschwerdebogen per Post oder online)</li> <li>▪ erforderliche Angaben für Meldung,</li> <li>▪ zeitliche Fristen für Meldung,</li> <li>▪ ...</li> </ul> |
| Entgegennahme                   | <p>Annahme der Meldung von Ideen und Beschwerden sowie Dokumentation zur Bearbeitung der Meldung.</p> <p>Mögliche Inhalte der Dokumentation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Angaben zur Person,</li> <li>▪ betreffendes Produkt oder betreffende Dienstleistung,</li> <li>▪ Beschreibung der Ideen und Beschwerden,</li> <li>▪ Zeitpunkt für mögliche Antwort bzw. Stellungnahme,</li> <li>▪ ...</li> </ul>   |
| Rückverfolgung                  | Gewährleistung einer Rückverfolgbarkeit der Meldung von Ideen und Beschwerden während des gesamten Bearbeitungsprozesses.   |
| Bestätigung                     | Bestätigung über Erhalt der Meldung von Ideen und Beschwerden gegenüber der Person, welche Meldung eingereicht hat.   |
| Anfangsbewertung                | Bewertung der Meldung von Ideen und Beschwerden hinsichtlich Erheblichkeit, Komplexität, Auswirkungen, unmittelbarem Handlungsbedarf und möglichen Sofortmaßnahmen.   |
| Ermittlung                      | <p>Klassifizierung und Analyse der eingehenden Beschwerden zur Identifikation von systematisch oder einmalig auftretenden Probleme und Mängel.</p> <p>Untersuchung der Umstände und möglichen Ursachen, die zu der betreffenden Beschwerde geführt haben.</p> <p>Entscheidung über Umgang mit Ideenvorschlag und über mögliche Korrekturmaßnahmen.</p>  |
| Stellungnahme                   | <p>Entwicklung von Leitlinien und Verhaltensregeln für die Ideen- und Beschwerdebeantwortung.</p> <p>Angebot einer Stellungnahme bezüglich der Meldung von Ideen und Beschwerden.</p> <p>Mögliche Inhalte der Stellungnahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Danksagung und ggf. Entschuldigung,</li> <li>▪ ggf. Korrekturmaßnahmen,</li> <li>▪ Vorbeugungsmaßnahmen,</li> <li>▪ Umgang mit dem Ideenvorschlag,</li> <li>▪ ...</li> </ul>  |
| Bekanntmachung der Entscheidung | Bekanntgabe von im Hinblick auf die Ideen und Beschwerden getroffenen Entscheidungen gegenüber den davon betroffenen Personen oder Organisationseinheiten und der Person, welche Meldung eingereicht hat.   |
| Abschluss                       | Dokumentation der im Hinblick auf die Ideen und Beschwerden getroffenen Entscheidungen.   |

Tabelle 4: Bestandteile des Prozesses zur Ideen- und Beschwerdebearbeitung (in Anlehnung an DIN ISO 10002:2010-05)

Um das Ideen- und Beschwerdemanagement aufrechtzuerhalten und ggf. zu verbessern, sollte zum einen dessen Wirksamkeit gemäß DIN ISO 10002:2010-05 in Bezug auf die Aufdeckung der Unzufriedenheit der Kunden bzw. Verkehrsteilnehmer in regelmäßigen Abständen überprüft



---

werden. Zum anderen sollten die Kosten- und Nutzeneffekte des Ideen- und Beschwerdemanagements zur Ermittlung von dessen Wirtschaftlichkeit abgeschätzt werden. Dies kann im Rahmen von Audits geschehen, welche von internen oder externen Personen durchgeführt werden können (vgl. Kapitel 2.3.2). Als Teil der Audits nach den Regelungen der DIN EN ISO 19011:2011-12 sollten die Auditergebnisse in das entsprechende Verfahrensaudit und in das Systemaudit eingehen.

**Arbeitsschritt QS3.1**

*Fügen Sie ggf. weitere Hinweise zu den einzelnen Bestandteilen des Prozesses der Ideen- und Beschwerdebearbeitung hinzu, welche in Bezug des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung zu berücksichtigen sind.*

**Arbeitsschritt QS3.2**

*Übernehmen Sie den folgenden Text als Empfehlung in den Leitfaden:*

**„Arbeitsschritt QS3**

*Richten Sie ein Ideen- und Beschwerdemanagement ein und geben Sie dies in Ihrem Aufgabenbereich bekannt. Benennen Sie dazu zunächst einen Ansprechpartner in Form einer Person und/oder Organisationseinheit in Ihrem Aufgabenbereich. Setzen Sie anschließend die in Tabelle aufgeführten Bestandteile um und überprüfen Sie in regelmäßigen Abständen die Wirksamkeit des Ideen- und Beschwerdemanagements.“*

## 2.4. Qualitätsverbesserung

Zur stetigen Verbesserung des Qualitätsmanagements in der *Planungs-/Realisierungs-/Betriebs-/Umnutzungs-/Rückbauphase* für *das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung* sollen schließlich im Rahmen der Qualitätsverbesserung die Erkenntnisse bzw. Ergebnisse der vorangegangenen Elementen aufgegriffen und ggf. Anpassungen innerhalb der einzelnen Bestandteile durchgeführt werden. Darüber hinaus können auch Anpassungen an dem Qualitätsmanagement selbst auf der Grundlage der Erkenntnisse vorgenommen werden und kann somit als ein übergeordnetes Qualitätsmanagement (Meta-Qualitätsmanagement) ansehen werden.

### 2.4.1. Ergreifung von Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung

Um die Qualität der Prozesse bzw. Tätigkeiten und somit auch deren Ergebnisse dauerhaft sicherstellen zu können, sind in den einzelnen Bestandteilen der Qualitätsplanung, Qualitätslenkung und Qualitätssicherung Verbesserungsmaßnahmen zu ergreifen und zu dokumentieren. Diese Maßnahmen laufen im Gegensatz zu den in Kapitel 2.2.5 genannten Korrekturmaßnahmen außerhalb der kontinuierlichen Prozesse in Form einer Offline-Verbesserung ab. Grundlage für diese Art der Qualitätsverbesserung stellen Erkenntnisse über Verbesserungsmöglichkeiten dar, welche bspw. im Rahmen der Vorbeugungs-, Überwachungs- und Korrekturmaßnahmen oder der einzelnen Produktaudits gewonnen werden können oder auch aufgrund von Änderungen im Technischen Regelwerk entstehen. Sollten bspw. bestimmte Probleme oder Fehler stets wiederkehren, sind entsprechend der Ursache Verbesserungsmaßnahmen zu ergreifen.

Die möglichen Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung für *das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung* sind in Tabelle 5 zusammengestellt und mit konkreten Beispielen benannt.

| QM-Element       | Verbesserungsmaßnahme                                    | Beispiele   |
|------------------|--|---|
| Qualitätsplanung | Änderung der Ermittlung von Kundenanforderungen          | Anpassung der Befragungsverfahren, Änderung der Stichprobengrößen   |
|                  | Änderung der Aufgaben und Zuständigkeiten                | Erweiterung des Aufgabenbereichs einer Person, Einführung weiterer Zuständigkeiten  |
|                  | Änderung der Prozessbeschreibung                         | Anpassung von Parametern, Anpassung von Mindest- oder Maximalwerten   |
|                  | Änderung des Kommunikations- und Koordinationskonzepts   | Änderung des Zeitpunkts einer erforderlichen Kommunikation, Einführung weiteren Kommunikationsbedarf zwischen bestimmten Organisationseinheiten |
|                  | ...  | ...   |
| Qualitätslenkung | Änderung der Ressourcenbereitstellung                    | Bereitstellung von zusätzlichem Personal, Bereitstellung von zusätzlichen Finanzmitteln   |
|                  | Änderung der erforderlichen Qualifizierung des Personals | Weiterbildung des Personals in neuer Software, Änderung des Weiterbildungsturnus  |
|                  | Änderung der Vorbeugungsmaßnahme                         | Änderung des Zeitpunkts der Ergreifung der Maßnahme, Anpassung des Maßnahmenumfangs   |
|                  | Änderung der Überwachungsmaßnahme                        | Änderung des Zeitpunkts der Ergreifung der Maßnahme, Änderung der Erfassungsart der Qualitätsmerkmale,  |
|                  | Änderung der Korrekturmaßnahme                           | Änderung der erforderlichen Maßnahme, Anpassung des Maßnahmenumfangs  |
|                  | ...  | ...   |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| QM-Element         | Verbesserungsmaßnahme                         | Beispiele  |
|--------------------|---|--|
| Qualitätssicherung | Änderung der Dokumentation                    | Erweiterung des Dokumentationsumfangs, Änderung des Dokumentationsmediums                                    |
|                    | Änderung des Ideen- und Beschwerdemanagements | Personeller Ausbau des Ideen- und Beschwerdemanagements, Anpassung des Meldebogens für Ideen und Beschwerden |
|                    | ...   | ...  |

Tabelle 5: Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung für *das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung*

Darüber hinaus können sich auf Grundlage der Auditergebnisse auch Änderungen innerhalb der einzelnen Bestandteile des Qualitätsmanagements herausstellen, dessen mögliche Anpassung von dem für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung zuständige Gremium geprüft werden muss.

#### **Arbeitsschritt OV1.1**

Erweitern Sie ggf. die in der Tabelle 5 aufgeführten Verbesserungsmaßnahmen um weitere Maßnahmen, die für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung relevant werden könnten.

#### **Arbeitsschritt OV1.2**

Nennen Sie zu den einzelnen Verbesserungsmaßnahmen konkrete Beispiele, die einen Bezug zu dem betrachtenden Produkt bzw. zu der zu betrachtenden Dienstleistung aufweisen. Bei Bedarf können Sie auf die bereits vorhandenen Beispiele zurückgreifen.

#### **Arbeitsschritt OV1.3**

Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:

##### **„Arbeitsschritt QV1**

Prüfen Sie, ob aufgrund von Änderungen im Technischen Regelwerk oder der Ergebnisse der Überwachungsmaßnahmen aus dem Arbeitsschritt QL4 Anpassungen in einzelnen Bestandteilen vorgenommen werden müssen. Wenn ja, wählen Sie entsprechend der Ursache Verbesserungsmaßnahmen aus der Tabelle 5 aus und setzen Sie diese in Ihrem Aufgabenbereich um. Dokumentieren Sie die umgesetzten Verbesserungsmaßnahmen und stellen Sie diese Dokumentation den zuständigen Gremien bereit.“

#### **Arbeitsschritt OV1.4**

Prüfen Sie, ob aufgrund von Änderungen im Technischen Regelwerk ggf. allgemeingültige Verfahren oder Vorgehensweisen innerhalb der Bestandteile für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung angepasst werden müssen. Wenn ja, setzen Sie den Änderungsbedarf im Rahmen des Muster-QM-Leitfadens um und geben Sie dies öffentlich bekannt.

## **2.4.2. Weiterentwicklung des Qualitätsmanagements**

Neben der Verbesserung innerhalb der einzelnen Bestandteile können ebenfalls Anpassungen aufgrund der Bewertung des Qualitätsmanagements selbst und seiner Bestandteile notwendig werden. Dieses übergeordnete Qualitätsmanagement (Meta-Qualitätsmanagement) kann zum einen

---

basierend auf den Ergebnissen eines Systemaudits vorgenommen werden, welches die Aus- bzw. Durchführung des Qualitätsmanagements hinsichtlich dessen Wirksamkeit und Funktionsfähigkeit überprüft. Zum anderen gehen in die Beurteilung des Qualitätsmanagements die folgenden Aspekte in Anlehnung an DIN EN ISO 9001:2015-11 ein:

- Ergebnisse der vorherigen Bewertungen des Qualitätsmanagements,
- Kunden- bzw. Verkehrsteilnehmerzufriedenheit,
- Stand der ergriffenen Vorbeugungs- und Korrekturmaßnahmen,
- Änderungen, die sich auf das Qualitätsmanagement auswirken können,
- Prozessleistung und Produktkonformität,
- Empfehlungen für Verbesserungen.

Die Ergebnisse dieses Meta-Qualitätsmanagements umfassen dabei Entscheidungen sowie Maßnahmen zur Verbesserung des Qualitätsmanagements für *das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung*. Diese Entscheidungen und Maßnahmen hängen in besonderem Maße von den einzelnen Ergebnissen und den Gegebenheiten in dem jeweiligen Aufgabenbereich der Aufgabenträger ab.

Darüber hinaus können sich auf Grundlage der Ergebnisse auch Änderungen im generellen Aufbau bzw. Ablauf des Qualitätsmanagements herausstellen, dessen mögliche Anpassung intern geprüft werden muss.

#### **Arbeitsschritt QV2.1**

*Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:*

##### **„Arbeitsschritt QV2**

*Prüfen Sie, ob aufgrund von Änderungen im Technischen Regelwerk bzw. von Änderungen im Muster-QM-Leitfaden Anpassungen an dem Qualitätsmanagement und seiner Bestandteile vorgenommen werden müssen. Wenn ja, setzen Sie die erforderlichen Anpassungen in Ihrem Aufgabenbereich um. Dokumentieren Sie die umgesetzten Maßnahmen und stellen Sie diese Dokumentation den zuständigen Gremien bereit.“*

#### **Arbeitsschritt QV1.2**

*Prüfen Sie, ob aufgrund von Änderungen im Technischen Regelwerk ggf. der generelle Aufbau des Qualitätsmanagements für das zu betrachtende Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung angepasst werden müssen. Wenn ja, teilen Sie den Änderungsbedarf der Leitung der FGSV mit.*

---

## 3. Anhang

---

### 3.1. Literaturverzeichnis

- BOLTZE, M., HESS, R., ROOS, R. & BALLUFF, J. (2014): Konzeption eines integrierten Qualitätsmanagements für das Straßen- und Verkehrswesen. In: Straßenverkehrstechnik 09/2014, S. 607-613. In: Straße und Autobahn 09/2014, S. 689-695. Bonn
- DIN EN ISO 9000:2015-11: Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN ISO 9001:2015-11: Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN ISO 19011:2011-12: Leitfaden zur Auditierung von Managementsystemen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN ISO 10002:2010-05: Qualitätsmanagement - Kundenzufriedenheit - Leitfaden für die Behandlung von Reklamationen in Organisationen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2002): Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen (ESAS). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2004): Hinweise zu Methoden computergestützter Erhebungen zum individuellen Verkehrsverhalten. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2007): Hinweise zur Anwendung von Qualitätsmanagement in kommunalen Verkehrsplanungsprozessen. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2012): Empfehlungen für Verkehrserhebungen (EVE). FGSV-Verlag, Köln
- JENTSCH, H. (2009): Konzeption eines integrierten Qualitätsmanagements für den Stadtverkehr. Schriftenreihe des Instituts für Verkehr, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Darmstadt, V 25. Darmstadt
- RAUSCH, J. (2016): Empfehlungen zur Umsetzung eines Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen. Schriftenreihe des Instituts für Verkehr, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Darmstadt. Darmstadt

#### Arbeitsschritt A1.1

*Erweitern Sie ggf. das Literaturverzeichnis um weitere Quellen, auf die Sie in der textlichen Ausgestaltung für das zu betrachtende Produkts bzw. die zu betrachtende Dienstleistung verwiesen haben.*

#### Arbeitsschritt A1.2

*Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:*

#### „Arbeitsschritt A1

*Erweitern Sie ggf. das Literaturverzeichnis um weitere Quellen, auf die Sie in der textlichen Ausgestaltung für das zu betrachtende Produkts bzw. die zu betrachtende Dienstleistung verwiesen haben.“*

---

## 3.2. Glossar

### Audit

Systematischer, unabhängiger und dokumentierter Prozess zum Erlangen von objektiven Nachweisen und zu deren objektiver Auswertung, um zu bestimmen, inwieweit Auditkriterien erfüllt sind (DIN EN ISO 9000:2015-11)

### Bestandteile des Qualitätsmanagements

Konkretisierung der Qualitätsmanagementselemente Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung durch deren Unterteilung in Bestandteile

### Dienstleistung

Immaterielles Ergebnis mindestens einer Tätigkeit die notwendigerweise an der Schnittstelle zwischen dem Anbieter und dem Kunden auszuführen ist (DIN EN ISO 9000:2015-11)

### Produkt

Ergebnis, das ein Ergebnis von Tätigkeiten ist, von denen keine notwendigerweise an der Schnittstelle zwischen Lieferanten und dem Kunden auszuführen ist (DIN EN ISO 9000:2015-11)

### Prozess

Satz zusammenhängender und sich gegenseitig beeinflussender Tätigkeiten, der Eingaben in Ergebnisse umwandelt (DIN EN ISO 9000:2015-11)

#### **Arbeitsschritt A2.1**

*Erweitern Sie ggf. das Glossar um weitere Begriffe, welche in der textlichen Ausgestaltung für das zu betrachtende Produkts bzw. die zu betrachtende Dienstleistung auftreten und einer Erläuterung bedürfen.*

#### **Arbeitsschritt A2.2**

*Übernehmen Sie den folgenden Text als Empfehlung in den Leitfaden:*

#### **„Arbeitsschritt A2**

*Erweitern Sie ggf. das Glossar um weitere Begriffe, welche in der textlichen Ausgestaltung für das zu betrachtende Produkts bzw. die zu betrachtende Dienstleistung auftreten und einer Erläuterung bedürfen.“*

### **3.3. Sonstiges**

#### **Arbeitsschritt A3.1**

*Fügen Sie bei Bedarf weitere Unterlagen, wie z. B.*

- *Arbeitshilfen,*
- *Checklisten,*
- *Fragebögen,*
- *Ausführungsbeispiele,*
- *Verweise auf weitergehende Quellen,*

*zur Ausführung des Qualitätsmanagements für das zu betrachtenden Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung hinzu.*

#### **Arbeitsschritt A3.2**

*Passen Sie den folgenden Text hinsichtlich des zu betrachtenden Produkts bzw. der zu betrachtenden Dienstleistung an und übernehmen Sie diesen als Empfehlung in den Leitfaden:*

#### **„Arbeitsschritt A3**

*Fügen Sie bei Bedarf weitere Unterlagen zur Ausführung des Qualitätsmanagements für das zu betrachtenden Produkt bzw. die zu betrachtende Dienstleistung hinzu.“*

---

## **9. Entwicklung eines Leitfadens des Qualitätsmanagements für die Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung im Betrieb**

---





---

## Vorwort

---

Für die Bereitstellung eines qualitativ hochwertigen Verkehrssystems müssen die knappen Finanzmittel im Straßen- und Verkehrswesen besonders effizient eingesetzt werden. Das Qualitätsmanagement hat sich hierfür in der Industrie in vielen Bereichen als geeignet erwiesen, wird aber im Straßen- und Verkehrswesen bisher nur ansatzweise eingesetzt. Allerdings ist es erst mittels eines umfassenden Qualitätsmanagementansatzes möglich, die Angebotsqualität der Straßeninfrastruktur hinsichtlich Verkehrssicherheit, Umweltverträglichkeit und Leistungsfähigkeit zu steuern und dabei einen effizienten Mitteleinsatz zu gewährleisten.

Zur Entwicklung und Umsetzung eines solchen Ansatzes können zwei Handlungsleitlinien identifiziert werden. Auf der einen Seite steht die Umsetzung im Technischen Regelwerk. Durch die Abbildung der erforderlichen Informationen zum Qualitätsmanagement im Technischen Regelwerk kann eine gute Grundlage zur Umsetzung eines Qualitätsmanagements für das Straßen- und Verkehrswesen in der Praxis geschaffen werden. Doch diese einzelnen Informationen zur Qualität unterstützen Anwender noch nicht in der Gestaltung der spezifischen Prozesse des Qualitätsmanagements. Hierfür sollte zusätzliche Hilfestellung durch Leitfäden gegeben werden, welche nicht das bestehende Technische Regelwerk ersetzen, sondern lediglich ergänzen. Mit Hilfe eines solchen Leitfadens kann schließlich die Qualität jedes Produkts oder jeder Dienstleistung in jeder Lebensphase einheitlich ermittelt und dokumentiert werden, wodurch eine Vergleichbarkeit über das Produkts oder die Dienstleistung hinaus möglich wird.

Das vorliegende Dokument stellt den Entwurf für einen Leitfaden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfaden) dar, welcher die in BOLTZE ET AL. (2014A) ausgearbeiteten Inhalte eines umfassenden Qualitätsmanagements enthält. Der QM-Leitfaden ist in drei Teile untergliedert worden, welche in Bild 1 dargestellt sind.

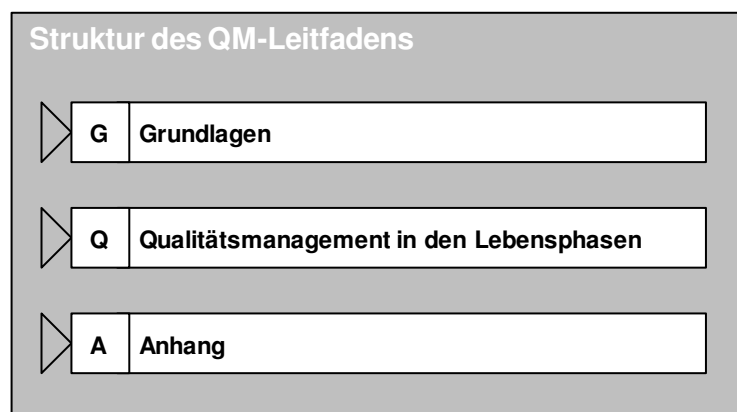


Bild 1: Struktur des QM-Leitfadens

Neben dem Grundlagenteil und dem Anhang stellt die inhaltliche Ausgestaltung eines umfassenden Qualitätsmanagements für *Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* den Hauptteil dar. Dieser wurde hier für die Lebensphase Betrieb konkret ausgearbeitet. Diese Regelungen sind nun auf die aufgabenträgerspezifischen Gegebenheiten zu übertragen und dementsprechend anzuwenden. Dazu werden im QM-Leitfaden Arbeitsschritte empfohlen, welche entsprechend dem jeweiligen Teil des QM-Leitfadens mit G, Q oder A gekennzeichnet sind (vgl. Bild 1). Diese Arbeitsschritte umfassen Empfehlungen und zusätzliche Hinweise, wie in dem untenstehenden Beispiel zu sehen ist.

---

### **Arbeitsschritt OP1**

*Formulieren Sie operative Qualitätsziele für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung, welche spezifisch, messbar, ausführbar, realistisch und termingerecht sind. Benennen Sie dabei Ziele hinsichtlich Sicherheit, Umwelt, Mobilität und Wirtschaftlichkeit. Gehen Sie dabei ggf. auf operative Ziele ein, welche den einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr zuzuordnen sind.*

---

## Inhaltsverzeichnis

---

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1.....Grundlagen .....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1. Definition des Qualitätsmanagements .....                         | 1         |
| 1.2. Nutzen des Qualitätsmanagements .....                             | 1         |
| 1.3. Leitbild und Qualitätsziele .....                                 | 2         |
| 1.4. Aufbau des Leitfadens des Qualitätsmanagements .....              | 3         |
| <b>2.....Qualitätsmanagement <i>im Betrieb</i> .....</b>               | <b>5</b>  |
| 2.1. Qualitätsplanung .....  | 5         |
| 2.1.1. Operative Ziele .....   | 5         |
| 2.1.2. Ermittlung von Kundenanforderungen.....                         | 5         |
| 2.1.3. Qualitätsmerkmale .....   | 9         |
| 2.1.4. Definition von Aufgaben und Kompetenzen .....                   | 15        |
| 2.1.5. Beschreibung von Prozessen .....                                | 18        |
| 2.1.6. Festlegung eines Kommunikations- und Koordinationskonzepts..... | 18        |
| 2.2. Qualitätslenkung .....  | 21        |
| 2.2.1. Bereitstellung von Ressourcen .....                             | 21        |
| 2.2.2. Qualifizierung von Personal .....                               | 22        |
| 2.2.3. Ergreifung von Vorbeugungsmaßnahmen .....                       | 26        |
| 2.2.4. Ergreifung von Überwachungsmaßnahmen.....                       | 30        |
| 2.2.5. Ergreifung von Korrekturmaßnahmen.....                          | 33        |
| 2.3. Qualitätssicherung .....  | 38        |
| 2.3.1. Erstellung einer Dokumentation .....                            | 38        |
| 2.3.2. Durchführung von Audits.....                                    | 40        |
| 2.3.3. Aufbau eines Ideen- und Beschwerdemanagements .....             | 41        |
| 2.4. Qualitätsverbesserung.....  | 44        |
| 2.4.1. Ergreifung von Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung .....        | 44        |
| 2.4.2. Weiterentwicklung des Qualitätsmanagements .....                | 45        |
| <b>3.....Anhang .....</b>  | <b>47</b> |
| 3.1. Literaturverzeichnis .....  | 47        |
| 3.2. Glossar .....   | 50        |
| 3.3. Darstellung des Kommunikations- und Koordinationsbedarf .....     | 51        |
| 3.4. Beschreibung der Vorbeugungsmaßnahmen.....                        | 53        |
| 3.5. Beschreibung der Überwachungsmaßnahmen .....                      | 62        |
| 3.6. Beschreibung der Korrekturmaßnahmen.....                          | 71        |
| 3.7. Weitergehende Literatur .....                                     | 76        |



---

## 1. Grundlagen

---

### 1.1. Definition des Qualitätsmanagements

Um die Kundenzufriedenheit zu erhöhen und damit die Kundenentscheidung für ein Produkt bzw. eine Dienstleistung beeinflussen zu können, stellt das Qualitätsmanagement eine wesentliche Unterstützung für Organisationen dar.

Gemäß DIN EN ISO 9000:2015-11 wird Qualitätsmanagement als „Management bezüglich Qualität“ definiert, wobei Management als „aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zum Führen und Steuern einer Organisation“ beschrieben wird. Das Management umfasst dabei „das Festlegen von Politik, Zielen und Prozessen zum Erreichen dieser Ziele“. Die Politik beinhaltet „Absichten und Ausrichtung einer Organisation“ hinsichtlich Qualität, und bildet somit die Grundlage für Festlegen und Bewerten der hinsichtlich Qualität angestrebten Ziele (DIN EN ISO 9000:2015-11). Zur Erreichung der festgelegten Qualitätspolitik und Qualitätsziele werden im Qualitätsmanagement die Elemente Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung ausformuliert. Die Definition der vier Elemente des Qualitätsmanagements nach DIN EN ISO 9000:2015-11 kann Bild 2 entnommen werden.

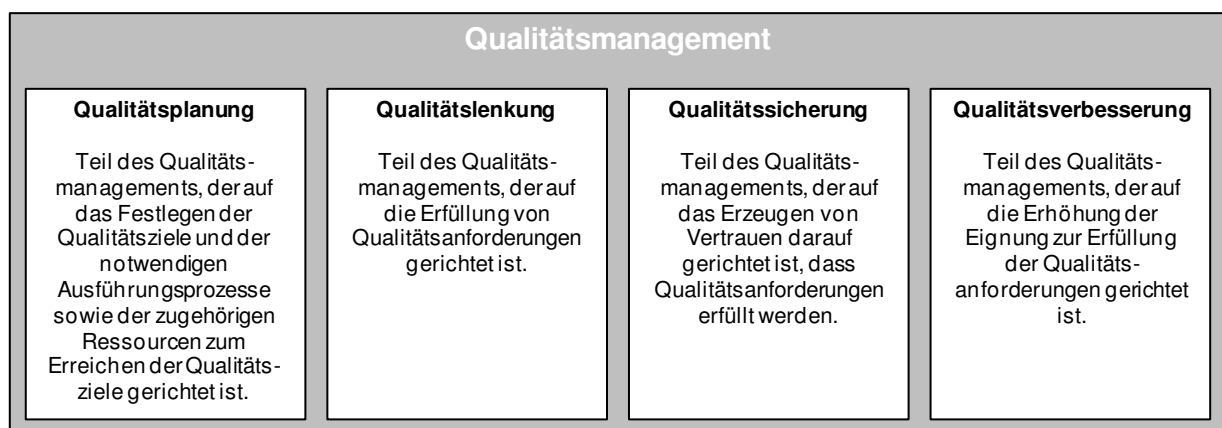


Bild 2: Definition der Elemente des Qualitätsmanagements (Quelle: DIN EN ISO 9000:2015-11)

### 1.2. Nutzen des Qualitätsmanagements

Gemäß DIN EN ISO 9000:2015-11 stellt das Qualitätsmanagement die Grundlage für eine ständige Verbesserung des herzustellenden Produkts, der herzustellenden Dienstleistung und der dazugehörigen Prozesse sowie für die Erreichung der gesteckten Qualitätsziele dar, um in Organisationen die Kundenzufriedenheit zu erhöhen. Dies kann auch auf das Straßen- und Verkehrswesen bezogen werden, wobei unter dem Begriff Kunde der einzelne Nutzer des Verkehrssystems bzw. die Verkehrsteilnehmer zu verstehen ist. Die Zufriedenheit der Verkehrsteilnehmer kann gemäß JENTSCH (2009) durch die Sicherung und Verbesserung der Qualität des Verkehrssystems gewährleistet werden, um in erster Linie das Bedürfnis der Nutzer nach Mobilität und Sicherheit zu befriedigen. Dieser grundlegende Nutzen eines Qualitätsmanagements kann durch eine (kontinuierliche) Messung der Qualität für alle Produkte, Dienstleistungen und Prozesse im Straßen- und Verkehrswesen erreicht werden, welche darüber hinaus Vorteile für die Politik und die Aufgabenträger mit sich bringt.

Der Zusammenhang zwischen der Qualitätsmessung und dem Nutzen eines umfassenden Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen ist in Bild 3 dargestellt.

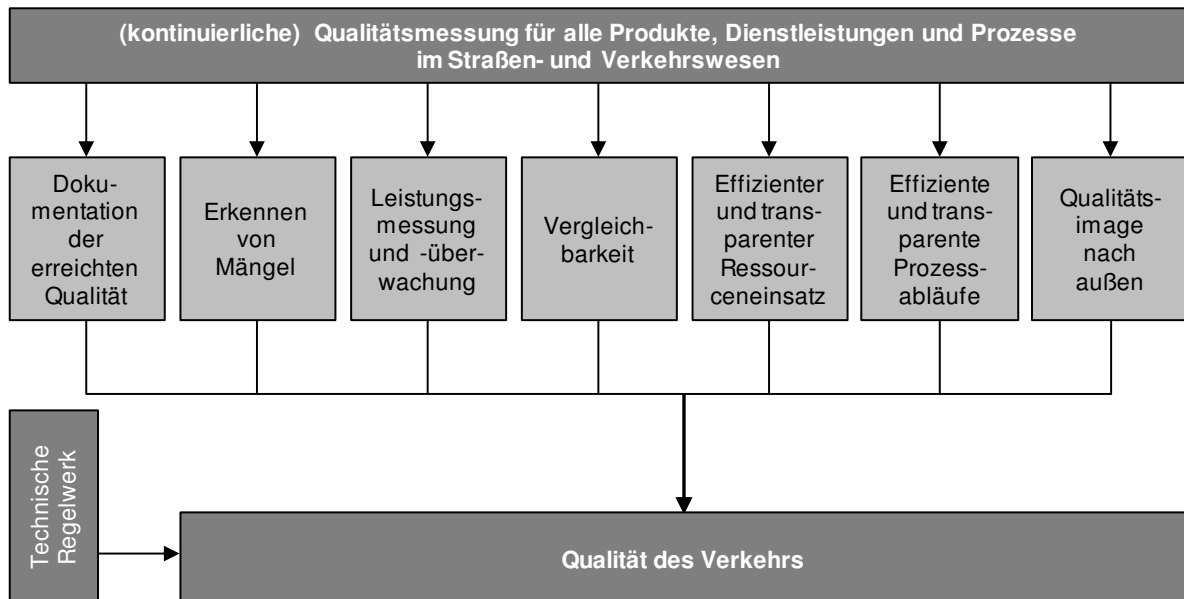


Bild 3: Nutzen eines Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen (Quelle: RAUSCH, 2016)

Eine umfassende Beschreibung des Nutzens eines Qualitätsmanagements für die einzelnen Akteure im Straßen- und Verkehrswesen kann RAUSCH (2016) entnommen werden.

### 1.3. Leitbild und Qualitätsziele

„Lichtsignalanlagen werden zur Verbesserung der Verkehrssicherheit und der Qualität des Verkehrsablaufs eingesetzt“ (FGSV, 2015B). Dabei sind „Lichtsignalanlagen geeignet, Stellen mit starkem Kraftfahrzeugverkehrsaufkommen, hohen Geschwindigkeiten und konzentriertem Fußgängerverkehr zu sichern“ (FGSV, 2002B; FGSV, 2006).

„Die Lichtsignalsteuerung bestimmt maßgeblich die Verkehrsabwicklung in Verkehrsnetzen, an Streckenabschnitten und an Knotenpunkten. Sie ist damit ein wichtiges Instrument im Rahmen übergeordneter Verkehrskonzepte, bei denen auch Maßnahmen zur Beschleunigung des öffentlichen Verkehrs, zu sicheren Führung des Fußgänger- und Radverkehrs und zur Bündelung der Kraftfahrzeugströme auf bestimmten Routen ineinander greifen.“ (FGSV, 2015B)

Mit dem Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung soll erreicht werden, dass neben den Qualitätszielen einer hohen Verkehrssicherheit und eines guten Verkehrsablaufs (FGSV, 2014B; FGSV, 2015B) die Qualitätsziele einer hohen Betriebssicherheit und einer guten Umweltverträglichkeit dauerhaft erfüllt werden (FGSV, 2014B). Dabei sollen innerstädtische Lichtsignalsteuerungen allen Nutzern gerecht werden. Sowohl der motorisierte Individualverkehr, der öffentliche Personennahverkehr als auch Radfahrer und Fußgänger sollen angemessen berücksichtigt werden. (FGSV, 2014A)

So sollen „Kraftfahrzeuge [...] möglichst wenig Halte erfahren. Die Summe der Wartezeiten vor Lichtsignalanlagen soll darüber hinaus möglichst gering sein. Durch die Beeinflussung dieser Stellgrößen kann die Reisezeit der Verkehrsteilnehmer minimiert werden. Im Ergebnis steht durch den Zeitgewinn wirtschaftlicher Nutzen. Die Optimierung bei Halte- und Wartezeiten führt zu einem geringeren Energieverbrauch und entlastet damit die Umwelt. (FGSV, 2014A) Somit gewinnen Lichtsignalanlagen an Bedeutung zur Reduzierung von Umweltbelastungen in Teilen von Verkehrsnetzen und Straßenzügen.“ (FGSV, 2015B)

---

„Für die Fahrzeuge des öffentlichen Personennahverkehrs sollen die Halte an Lichtsignalanlagen möglichst ganz vermieden werden. Weniger Halte und geringere Wartezeiten an Lichtsignalanlagen führen darüber hinaus zu einer Verstetigung des Fahrtablaufs, dadurch wird die Regelmäßigkeit und Pünktlichkeit von Bus und Straßenbahn erhöht. Die ungehinderte Durchfahrt an Lichtsignalanlagen und die Pünktlichkeit erhöht die Attraktivität der öffentlichen Verkehrsmittel und fördert damit die Umstiegsbereitschaft vom Pkw auf öffentliche Verkehrsmittel.“ (FGSV, 2014A)

„Radfahrer und Fußgänger sollen die Straße möglichst in einem Zug überqueren können. Auch hier besteht der gesellschaftliche Wunsch, diese beiden umweltfreundlichen Verkehrsträger zu fördern.“ (FGSV, 2014A)

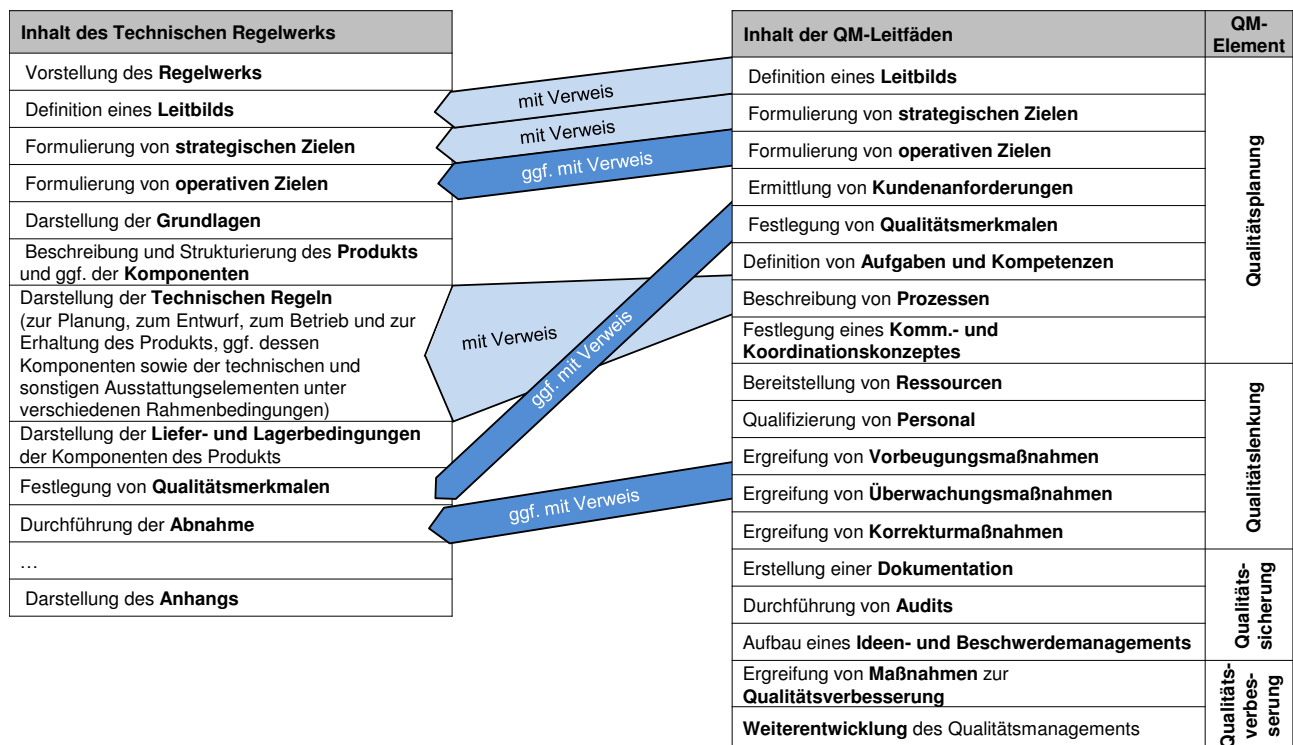
Grundsätzlich haben „alle Verkehrsteilnehmer zum Ziel, den Weg mit möglichst geringen Reise- oder Verlustzeiten und einer möglichst kleinen Anzahl an Halten zurückzulegen (Nutzeroptimum). Im Sinn eines Systemoptimums, das durch die Lichtsignalsteuerung erreicht werden soll, treten jedoch Zielkonflikte zwischen den Verkehrsteilnehmern und Verkehrsarten (MIV, ÖPNV, Radfahrer, Fußgänger,...) sowie den Anliegern auf“ (FGSV, 2014A), da „die verschiedenen Verkehrsarten an signalisierten Knotenpunkten intensiv um Flächen und Zeiten konkurrieren“ (FGSV, 2005).

Des Weiteren soll die Lichtsignalsteuerung wartungsfreundlich sein, „damit Fehlfunktionen vermieden bzw. leicht erkannt und behoben werden können“, flexibel sein, „damit Änderungen und Erweiterungen einfach realisiert werden können“, sowie robust sein, „damit sie auch in unerwarteten und nicht vorgesehenen Situationen funktionsfähig bleibt.“ (FGSV, 2015B)

#### **1.4. Aufbau des Leitfadens des Qualitätsmanagements**

Der vorliegende Leitfaden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfaden) stellt eine Ergänzung zu den bereits bestehenden Regelwerken und Wissensdokumenten der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) dar, die sich mit *dem Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* befassen. Um inhaltliche Überschneidungen bzw. Dopplungen zu vermeiden, werden auf Basis der in Bild 4 dargestellten Gegenüberstellung die Inhalte des Technischen Regelwerks der FGSV von denen der QM-Leitfäden eindeutig voneinander abgegrenzt.





#### Legende:

- QM-Leitfäden
- Technisches Regelwerk

Bild 4: Gegenüberstellung der Inhalte des Technischen Regelwerks und der QM-Leitfäden (Quelle: RAUSCH, 2016)

Basierend auf der inhaltlichen Abgrenzung werden im Rahmen dieses QM-Leitfadens Empfehlungen zur Ausgestaltung bzw. Umsetzung des Qualitätsmanagements für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung bereitgestellt. Dazu wird im Kapitel 2 das Qualitätsmanagement samt seiner Elemente

- Qualitätsplanung,
- Qualitätslenkung,
- Qualitätssicherung und
- Qualitätsverbesserung

samt ihrer inhaltlichen Bestandteile für den Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung beschrieben. In Kapitel 3 schließt der Leitfaden dem Literaturverzeichnis, dem Glossar, einer Beschreibung der Vorbeugungs-, Überwachungs- und Korrekturmaßnahmen sowie weitergehende Literatur.

Dieser Leitfaden stellt einen Entwurf dar, welcher nicht mit den zuständigen Gremien der FGSV abgestimmt ist. Die Grundlage für die gewählten Formulierungen bildet dabei das bestehende Technische Regelwerk der FGSV. Darüber hinaus werden zu Kapiteln, welche nicht auf Basis des Technischen Regelwerks ausformuliert werden können, Ergebnisse aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten zu dem jeweiligen Themenfeld berücksichtigt, ggf. textlich eingebunden und darauf verwiesen. Zur Schließung dieser Lücken werden zudem eigene Formulierungen verwendet, welche vor der Veröffentlichung des QM-Leitfadens mit der entsprechenden Fachkompetenz und der langjährigen Erfahrung der zuständigen FGSV-Gremien geprüft und abstimmt werden sollten.

---

## 2. Qualitätsmanagement *im Betrieb*

---

### 2.1. Qualitätsplanung

Um das definierte Leitbild und die strategischen Ziele erreichen zu können, ist die Qualität *der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* vorausschauend zu planen. Die sogenannte Qualitätsplanung dient damit der präventiven Fehlervermeidung und einer Verbesserung des Leistungsniveaus.

Im Rahmen der Qualitätsplanung werden die grundlegenden Qualitätsziele und -merkmale *der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* festgelegt. Darüber hinaus sind Vereinbarungen zu treffen, wie die Anforderungen der Kunden bzw. Nutzer eines Verkehrssystems an *die Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* zu erfassen sind. Daneben sind die Prozesse *zum Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* detailliert zu beschreiben sowie die dazugehörigen Aufgaben und Kompetenzen von Personen zu benennen.

#### 2.1.1. Operative Ziele

Um die Qualität *der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* überwachen und ggf. korrigieren zu können, sind Ziele festzulegen, an denen der Grad der Zielerreichung gemessen werden kann.

##### **Arbeitsschritt OP1**

*Formulieren Sie operative Qualitätsziele für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung in Ihrem Aufgabenbereich, welche spezifisch, messbar, ausführbar, realistisch und termingerecht sind. Benennen Sie dabei Ziele hinsichtlich Sicherheit, Umwelt, Mobilität und Wirtschaftlichkeit. Gehen Sie dabei ggf. auf operative Ziele ein, welche den einzelnen Verkehrsarten Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr zuzuordnen sind. Als Grundlage können Sie bspw. politische Beschlüsse, gesetzliche Vorgaben oder auch vorhandene Untersuchungsberichte (z.B. Luftreinhalte- und Lärminderungspläne) nutzen.*

#### 2.1.2. Ermittlung von Kundenanforderungen

Um die Anforderungen von den Verkehrsteilnehmern an das Verkehrssystem und seine einzelnen Ausstattungselementen zu erfassen, können als Erhebungsmethode Befragungen eingesetzt werden. Gemäß den „Empfehlungen für Verkehrserhebungen“ (FGSV, 2012A) werden Befragungen zwar vorrangig für die Ermittlung von Mobilitätskennziffern und personenbezogene Verhaltensdaten angewendet, dennoch stellen diese auch ein geeignetes Instrument dar, um konkrete Wünsche von Personen, die täglich das Verkehrssystem nutzen, zu ermitteln.

Vor der Durchführung einer Befragung der Kunden bzw. Verkehrsteilnehmer im Straßen- und Verkehrswesen sind jedoch zunächst bezüglich

- des Untersuchungsdesigns,
- der Befragungsverfahren,
- der Kommunikationsform,
- der Stichprobenauswahl,
- der Fragenbogeninhalte und -gestaltung sowie
- der Datenaufbereitung und -auswertung

Entscheidungen zu treffen. Welche Auswahlmöglichkeiten für die einzelnen genannten Punkte bestehen, werden im Folgenden näher erläutert.

### *Wahl des Untersuchungsdesigns*

Die unterschiedlichen Untersuchungsdesigns, welche für Befragungen existieren, sind in Tabelle 1 aufgeführt und beschrieben.

| Untersuchungsdesign      |  | Beschreibung  |
|--------------------------|--|---|
| Querschnittsuntersuchung |  | Einmalige Befragung einer Stichprobe von Personen über jeweils einen Stichtag   |
| Längsschnittuntersuchung | Mehr-Tages-Befragungen   | Einmalige Befragung einer Stichprobe von Personen über jeweils einen Zeitraum, der aus mehreren aufeinanderfolgenden Erhebungstagen besteht   |
|                          | Wiederholungsbefragung (Replikative Befragung/ Trendbefragung) | Wiederholte Durchführung einer möglichst identischen Befragung (Design, Inhalte) mit jeweils neuer Stichprobe von Personen über jeweils einen mindestens einen Stichtag oder Zeitraum |
|                          | Panelbefragung   | Wiederholte Befragungen derselben Stichprobe von Personen über jeweils mindestens einen Stichtag oder Zeitraum  |

Tabelle 1: Untersuchungsdesign im Verkehrswesen (Quelle: FGSV, 2012A)

### *Wahl des Befragungsverfahrens*

Befragungen können nach FGSV (2012A) generell nach dem Ort, an dem die Befragung durchgeführt wird, oder nach den Verkehrsarten unterschieden werden. In Bild 5 sind die verschiedenen Befragungsverfahren aufgeführt und kurz beschrieben. Dabei ist anzumerken, dass die Beschreibungen der einzelnen Verfahren entsprechend dem gegenüber FGSV (2012A) geänderten Ziel der Befragung, d. h. Erkenntnisse über die Wünsche und Anforderungen an das Verkehrssystem und seine Ausstattungselemente von Verkehrsteilnehmern zu gewinnen, umformuliert wurden.

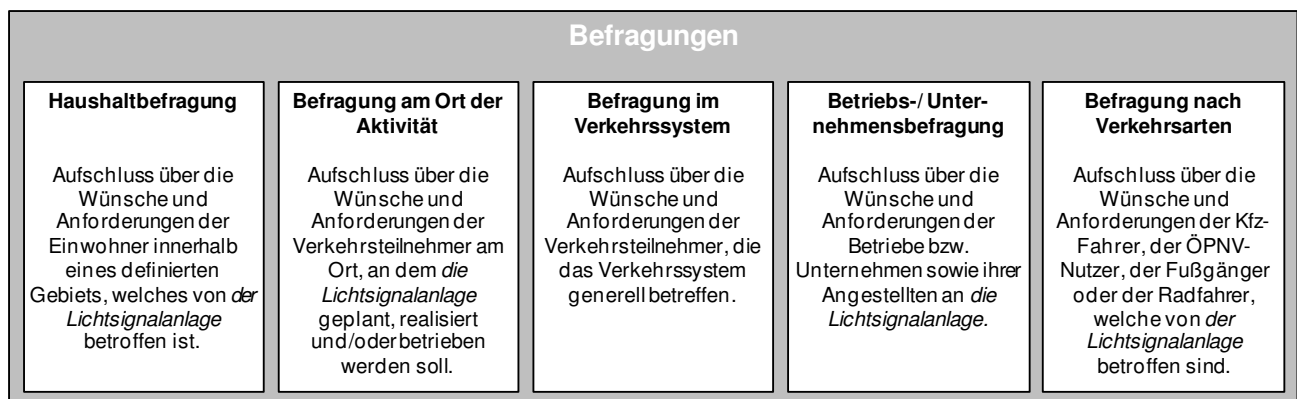


Bild 5: Übersicht an Befragungsverfahren (in Anlehnung an FGSV, 2012A)

Ausführlichere Beschreibungen der einzelnen Befragungsverfahren können FGSV (2012A) entnommen werden.

### *Wahl der Kommunikationsform*

Nach FGSV (2012A) und auch FGSV (2004) können die Kommunikationsformen bzw. Befragungstechniken in konventionelle und computergestützte Methoden unterteilt werden, wobei die computergestützten Methoden grundsätzlich eine Weiterentwicklung und Verbesserung der

konventionellen Methoden darstellen. In Tabelle 2 sind die einzelnen Kommunikationsformen kurz beschrieben.

| Kommunikationsform |   | Beschreibung   |
|--------------------|---|--|
| Konventionell      | Schriftlich                                     | Der Proband füllt einen Fragebogen eigenständig aus, wobei er diesen entweder per Post zugesendet oder ihm persönlich übergeben wird. Nach dem Ausfüllen wird der Fragebogen wieder abgeholt oder vom Proband zurückgesendet.  |
|                    | Persönlich                                      | Der Proband und der Interviewenden tauschen sich im persönlichen Gespräch aus. Der Interviewende bringt den Fragebogen mit und füllt diesen gemeinsam mit dem Probanden aus.   |
|                    | Telefonisch                                     | Der Proband wird von einem ausgebildeten Interviewpersonal in einem Telefongespräch durch einen Fragebogen geleitet. Der Interviewende liest die Fragen ab und erfasst die Antworten des Probanden.  |
| Computergestützt   | CASI (Computer-assisted self interviewing)      | Der Proband füllt einen Fragebogen eigenständig aus, wobei er diesen per Email oder als Link mit Zugangsdaten für eine Internetseite zugesendet bekommt.   |
|                    | CAPI (Computer-assisted personal interviewing)  | Der Proband und der Interviewenden tauschen sich im persönlichen Gespräch aus. Der Interviewende bringt den Fragebogen mit und die Antworten können dann unmittelbar in einem tragbaren Computer eingetragen werden. Zudem kann das Interview auch aufgezeichnet werden. |
|                    | CATI (Computer-assisted telephone interviewing) | Der Proband wird von einem ausgebildeten Interviewpersonal in einem Telefongespräch durch einen Fragebogen geleitet. Der Interviewende liest die Fragen von einem Bildschirm ab und erfasst die Antworten des Probanden direkt in einer Datenbank.                       |
|                    | Webbasiert                                      | Im Rahmen des Internetauftritts kann eine Verlinkung auf einen Fragebogen vorgenommen werden, welcher von den Besuchern des Internetauftritts ausgefüllt werden kann.  |

Tabelle 2: Übersicht der Kommunikationsformen (in Anlehnung an FGSV, 2012A)

Ausführlichere Beschreibungen sowie die Vor- und Nachteile der einzelnen Kommunikationsformen können FGSV (2004) und FGSV (2012A) entnommen werden.

### *Wahl der Stichprobe*

Die Stichprobenauswahl kann nach FGSV (2012A) mittels verschiedener Verfahren durchgeführt werden. Neben einer einfachen Zufallsauswahl können u. a. auch eine mehrstufige oder systematische Zufallsauswahl getroffen werden. Doch welches Verfahren letztendlich angewendet wird, hängt meist zum einen von Informationen über die Grundgesamtheit sowie von wirtschaftlichen Überlegungen und zum anderen auch von der Wahl des Befragungsverfahrens ab. So wird bspw. die systematische Zufallsauswahl für Befragungen am Ort der Aktivität eingesetzt, wie Tabelle 3 zeigt.

| Auswahlverfahren             | Einsatzgebiet bei Befragungen         |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Einfache Zufallsauswahl      | Befragung im Straßenraum              |
| Geschichtete Zufallsauswahl  | Haushaltsbefragung, Betriebsbefragung |
| Klumpenauswahl               | Haushaltsbefragung                    |
| Mehrstufige Zufallsauswahl   | Bundesweite Erhebung                  |
| Systematische Zufallsauswahl | Befragung am Ort der Aktivität        |

Tabelle 3: Auswahlverfahren und ihr Einsatzgebiet (angelehnt an FGSV, 2012A)

Darüber hinaus spielt der Umfang der Stichprobe ebenfalls eine wesentliche Rolle, um eine repräsentative Aussage zu den Anforderungen der Verkehrsteilnehmer bezüglich des Verkehrssystems und seiner Ausstattungselemente zu erhalten. Hierzu sind grundsätzlich die Erläuterungen von FGSV (2012A) zu beachten. Dennoch kann festgehalten werden, dass durch eine zu geringe Stichprobe keine aussagekräftigen bzw. allgemeingültigen Anforderungen, die das Verkehrssystem und die einzelnen Ausstattungselemente zu erfüllen sollen, ermittelt werden können.

#### ***Wahl der Fragebogeninhalte und -gestaltung***

Die Fragenentwicklung umfasst neben dem inhaltlichen Aufbau auch die optische Gestaltung und die Formulierung der Fragen. Zudem sollte der Fragebogen getestet und ggf. überarbeitet werden. Anpassungen der eher allgemeingültigen Erläuterungen von FGSV (2012A) zu den genannten Punkten sind trotz der veränderten Ziels der Befragung, d. h. Anforderungen an das Verkehrssystem und seine Ausstattungselemente zu ermitteln, nicht notwendig. Lediglich die verwendeten Fragen sind entsprechend dem Ziel auszurichten. So sollen im Rahmen der Fragen speziell die Anforderungen der einzelnen Verkehrsteilnehmer an die *Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung im Betrieb* richten. Zur Beantwortung der Fragen können dabei entweder offene bzw. freie oder vorgegebene Antwortmöglichkeiten im Fragebogen verwendet werden.

#### ***Wahl der Datenaufbereitung und -auswertung***

Die Ergebnisse im Zuge der Ermittlung von Kunden- bzw. Verkehrsteilnehmeranforderungen stellen weniger Daten als viel mehr Informationen dar. Dennoch sind die erhaltenen Informationen ebenso wie erhobene Rohdaten zu behandeln und diese in eine weitgehend fehlerfreie und für die Auswertung geeignete Form zu überführen (FGSV, 2012A).

Nach der Durchführung der Befragung sind die einzelnen Fragebögen auszuwerten, um die gewünschten Aussagen hinsichtlich der Anforderungen der Verkehrsteilnehmer zu erhalten. Dazu können die Fragebögen bzw. die darin enthaltenen Antworten zunächst nach Haushalts- oder Personenmerkmalen strukturiert werden, um bspw. Aussagen zu den Anforderungen von verschiedenen Haushaltsgrößen oder Personengruppen treffen zu können. Anschließend können die verschiedenen Antworten der Befragten analysiert werden. Dabei spielt die Gestaltung der Antwortmöglichkeiten eine wesentliche Rolle. Vorgegebene Antworten erleichtern die Auswertung der Fragebögen, da identisch ausgewählte Antworten aufsummiert und aus den meistgewählten Antworten repräsentative Anforderungen abgeleitet werden können. Wenn dagegen die Antworten offen gestaltet wurden, müssen aufgrund der vielfältigen Antwortmöglichkeiten zunächst diejenigen zusammengefasst werden, welche sinngemäß zusammengehören. Anschließend können daraus dann Anforderungen an das Verkehrssystem und/oder seine Ausstattungselemente formuliert werden.

#### **Arbeitsschritt OP2.1**

*Wählen Sie das Untersuchungsdesign für die Befragung zur Ermittlung der Anforderungen an die Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung aus.*

#### **Arbeitsschritt OP2.2**

*Wählen Sie ein Bewertungsverfahren für die Befragung zur Ermittlung der Anforderungen an die Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung aus.*

#### **Arbeitsschritt OP2.3**

*Wählen Sie eine geeignete Kommunikationsform für die Befragung zur Ermittlung der Anforderungen an die Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung aus.*

*(Fortsetzung auf der nächsten Seite)*

(Fortsetzung)

#### **Arbeitsschritt OP2.4**

Wählen Sie eine geeignete Stichprobe für die Befragung zur Ermittlung der Anforderungen an die Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung aus.

#### **Arbeitsschritt OP2.5**

Wählen Sie die Inhalte eines Fragebogens und gestalten Sie diesen für die Befragung zur Ermittlung der Anforderungen an die Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung aus. Formulieren Sie dabei die Fragen verständlich und stellen Sie sicher, dass diese mit gleicher Bedeutung von den Befragten aufgenommen werden. Entscheiden Sie zudem, ob die Antworten im Fragebogen vorgegeben werden sollen oder frei wählbar sind.

#### **Arbeitsschritt OP2.6**

Wählen Sie eine Form der Datenaufbereitung und -auswertung für die Befragung zur Ermittlung der Anforderungen an die Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung aus.

### **2.1.3. Qualitätsmerkmale**

Um die Qualität der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung messen und diese schließlich mit den zuvor definierten Qualitätszielen vergleichen zu können, sind objektive Kenngrößen festzulegen, welche die Qualität hinsichtlich Verkehrssicherheit, Umweltverträglichkeit, Verkehrsablauf und Wirtschaftlichkeit bzw. Betriebssicherheit umschreiben.

In Tabelle 4 sind die einzelnen Qualitätsmerkmale zur Beschreibung der Qualität der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung getrennt für die Zielfelder und die Verkehrsarten (Individualverkehr, öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr) zusammengestellt. Dabei sind die maßgebenden Qualitätsmerkmale je Zielfeld und Verkehrsart kursiv hervorgehoben.

| <b>Zielfeld</b>       | <b>Verkehrsart</b>     | <b>Qualitätsmerkmal [Einheit]</b>  |
|-----------------------|------------------------|--|
| Verkehrssicherheit    | FG<br>MIV<br>ÖV<br>Rad | <i>Unfallhäufungen [-]</i><br><i>Unfallschwere [-]</i><br><i>Unfallrate [U/(10<sup>6</sup> Kfz · km)]</i><br><i>Unfallkostenrate [€/ (1 000 Kfz · km)]</i><br><i>Unfalldichte [U/(km · a)]</i><br><i>Unfallkostendichte [1 000 €/(km · a)]</i>   |
| Umweltverträglichkeit | FG<br>MIV<br>ÖV<br>Rad | <i>Beurteilungspegel [dB(A)]</i><br><i>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>-Jahresmittel [µg/m<sup>3</sup>]</i><br><i>CO-8h-Wert [mg/m<sup>3</sup>]</i><br><i>NO<sub>2</sub>-Stundenmittel [µg/m<sup>3</sup>]</i><br><i>NO<sub>2</sub>-Jahresmittel [µg/m<sup>3</sup>]</i><br><i>O<sub>3</sub>-1h-Wert [µg/m<sup>3</sup>] (für Informations- und Alarmschwelle)</i><br><i>O<sub>3</sub>-8h-Wert [µg/m<sup>3</sup>]</i><br><i>PM<sub>10</sub>-Tagesmittel [µg/m<sup>3</sup>]</i><br><i>PM<sub>10</sub>-Jahresmittel [µg/m<sup>3</sup>]</i><br><i>PM<sub>2,5</sub>-Jahresmittel [µg/m<sup>3</sup>]</i><br><i>SO<sub>2</sub>-Stundenmittel [µg/m<sup>3</sup>]</i><br><i>SO<sub>2</sub>-Tagesmittel [µg/m<sup>3</sup>]</i><br><i>Überschreitungstage für NO<sub>2</sub> [d]</i><br><i>Überschreitungstage für PM<sub>10</sub> [d]</i><br><i>Überschreitungstage für SO<sub>2</sub> [d]</i> |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Zielfeld                                  | Verkehrsart            | Qualitätsmerkmal [Einheit]   |
|---|------------------------|--|
| Verkehrsablauf                            | FG                     | <i>maximale Wartezeit [s]</i><br>Reisezeit im Netz [s]   |
|   | MIV                    | <i>mittlere Wartezeit [s]</i><br>Reisezeit im Netz [s]<br>Reisegeschwindigkeit [km/h]<br>Anzahl der Halte [-]<br>Länge des Rückstaus [Kfz]<br>Koordinierungsmaß [%]<br>Performance Index [-] |
|   | ÖV                     | <i>mittlere Wartezeit [s]</i><br>Reisezeit im Netz [s]<br>Reisegeschwindigkeit [km/h]<br>Anzahl der Halte [-]<br>Länge des Rückstaus [Kfz]<br>Koordinierungsmaß [%]<br>Performance Index [-] |
|   | Rad                    | <i>maximale Wartezeit [s]</i><br>Reisezeit im Netz [s]<br>Anzahl der Halte [-]*<br>Koordinierungsmaß [%]*  |
| Wirtschaftlichkeit/<br>Betriebssicherheit | FG<br>MIV<br>ÖV<br>Rad | Störungshäufigkeit [-]<br>Störungsdauer [h]<br><i>Ausfallhäufigkeit [-]</i><br><i>Anlagenzustand [-]</i><br>Nutzen/Kosten-Verhältnis [-]   |

Legende:

FG Fußgängerverkehr  
MIV Motorisierter Individualverkehr  
ÖV Öffentlicher Verkehr  
Rad Radverkehr

\* bei gemeinsamer Führung des Radverkehrs und Kfz-Verkehrs

Tabelle 4: Zusammenstellung der Qualitätsmerkmale zur Beschreibung der Qualität von Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung

Nachfolgend werden die in Tabelle 4 aufgeführten Qualitätsmerkmale näher beschrieben.

### *Verkehrssicherheit*

Zur Beschreibung der Qualität der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung hinsichtlich der Verkehrssicherheit kann die Anzahl und Schwere der Verkehrsunfälle herangezogen werden (FGSV, 2014B; FGSV, 2015B). Gemäß FGSV (2012B) sind „die **Unfallkategorien** (bzw. Unfallschwere) bundesweit einheitlich. Sie sind in der Anlage des „Merkblattes zum Straßenverkehrsunfallstatistikgesetz“ (StVUnfStatG) festgelegt. Es werden sechs Unfallkategorien unterschieden. Das [Bild 6] zeigt eine zusammenfassende Beschreibung dieser Kategorien. Demnach ergibt sich die Unfallkategorie nach der schwersten Unfallfolge, die ein am Unfall Beteiligter erlitten hat, oder nach dem Straftatbestand bei einem Unfall mit Sachschaden.“

| Schwerste Unfallfolge                  | Unfall-Kategorie | Beschreibung*   |
|--|------------------|---|
| Unfall mit Getöteten                   | U(GT) Kat. 1     | Mindestens ein getöteter Verkehrsteilnehmer   |
| Unfall mit Schwerverletzten            | U(SV) Kat. 2     | Mindestens ein schwerverletzter Verkehrsteilnehmer, aber keine Getöteten  |
| Unfall mit Leichtverletzten            | U(LV) Kat. 3     | Mindestens ein leichtverletzter Verkehrsteilnehmer, aber keine Getöteten und keine Schwerverletzten   |
| schwerwiegender Unfall mit Sachschaden | Kat. 4           | Unfälle mit Sachschaden und Straftatbestand oder Ordnungswidrigkeits-Anzeige (unfallursächlich), bei denen mindestens ein Kraftfahrzeug nicht mehr fahrbereit ist (abschleppen)   |
|  | Kat. 6           | Alle übrigen Sachschadensunfälle unter Einfluß berauschender Mittel   |
| sonstiger Unfall mit Sachschaden       | U(LS) Kat. 5     | Sachschadensunfälle<br>- mit Straftatbestand oder Owi-Anzeige ohne Einfluß berauschender Mittel, bei denen alle Kraftfahrzeuge fahrbereit sind,<br>- mit lediglich geringfügiger Ordnungswidrigkeit (Verwarnung), unabhängig, ob Kfz fahrbereit oder nicht fahrbereit |

\* Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2008

Bild 6: Beschreibung der Unfallkategorien (Quelle: FGSV, 2012b)

Die Anzahl der Unfälle wird nach FGSV (2012b) durch die **Unfallhäufungen** beschrieben, „welche Bereiche im Straßennetz sind, in denen sich wiederholt Unfälle ereignen. Oftmals tragen örtliche Besonderheiten der Straßenverkehrslage zur Entstehung solcher Unfallhäufungen bei.“

„Grundsätzlich werden folgende Arten von Unfallhäufungen unterschieden:

- Unfallhäufungsstellen (punktuelle Unfallhäufung): Knotenpunkt oder kurzer Streckenabschnitt (z. B. Kurven) auf dem die Grenzwerte erreicht oder überschritten werden.
- Unfallhäufungslinien (linienhafte Unfallhäufung): Längerer Streckenabschnitt auf dem die Grenzwerte erreicht oder überschritten werden.“

(FGSV, 2012b)

„Unfallhäufungsstellen (UHS) sind Bereiche im Straßennetz mit geringer räumlicher Ausdehnung, an denen ein definierter Grenzwert erreicht oder überschritten wird. Typische Unfallhäufungsstellen liegen in Bereichen von Kurven, Einmündungen oder Kreuzungen. Die Unfallhäufungsstellen sollten dabei wie folgt unterschieden werden:

- UHS-leicht: UHS wird nur auf der 1-JK (Jahreskarte) erkannt, weil das Unfallgeschehen ausschließlich oder überwiegend leichte Folgen (Unfälle mit Sachschaden) aufweist, also der Grenzwert nur für diese Karte erfüllt ist.
- UHS-schwer: UHS wird (auch) auf der 3-JK<sub>U(P)</sub> oder der 3-JK<sub>U(SP)</sub> erkannt, weil das Unfallgeschehen insbesondere durch schwere Folgen (Unfälle mit Personenschaden) charakterisiert ist, also der Grenzwert für die Karte mit schweren Unfällen erfüllt ist.“

(FGSV, 2012b)

Basierend auf dieser Unterscheidung sind in Tabelle 5 die für innerörtliche Unfallhäufungsstellen geltenden Kriterien bezüglich der verwendeten Unfallkarte, des Grenzwerts und der zu berücksichtigten Ausdehnung dargestellt.



| UHS innerorts        |                      |                        |                      |
|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
|                      | Karte                | Grenzwert              | Ausdehnung           |
| Knoten <sup>*)</sup> | 1-JK                 | 5 U <sub>gTyp**)</sub> | Fahrbahnrand = 25 m  |
|                      | 3-JK <sub>U(P)</sub> | 5 U                    | Fahrbahnachse = 50 m |
| Freie Strecke        | 1-JK                 | 5 U <sub>gTyp**)</sub> | max. 50 m            |
|                      | 3-JK <sub>U(P)</sub> | 5 U                    | (ab Knoteneinfluss)  |

\*) systemabhängig, \*\*) U<sub>gTyp</sub>: Unfälle gleichen Unfalltyps

Tabelle 5: Kriterien für UHS auf Innerortsstraßen (Quelle: FGSV, 2012B)

„Unfallhäufungslinien (UHL) sind Bereiche im Straßennetz mit einer linienhaften Ausdehnung, für die ein definierter Grenzwert erreicht oder überschritten wird. Typische Unfallhäufungslinien sind Streckenabschnitte auf Landstraßen mit überwiegend Überholunfällen oder Unfällen mit Abkommen von der Fahrbahn, innerorts sind es Abschnitte, auf denen linienhaft querende Fußgänger verunglücken.“ (FGSV, 2012B)

Wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass linienhaftes Unfallgeschehen auf Innerortsstraßen aufgrund der kurzen Knotenpunktabstände kaum vorkommt. Unfallhäufungen treten in aller Regel als Unfallhäufungsstellen an Knotenpunkten, Haltestellen oder Querungsstellen auf. Ausnahmen bilden die Unfälle des Unfalltyps 4 „Überschreiten“. Diese können insbesondere in Geschäftsstraßen als Unfallhäufungslinie auftreten.“ (FGSV, 2012B)

In Tabelle 6 sind die Kriterien für die innerörtliche Unfallhäufungslinie des Typs 4 aufgeführt.

| UHL <sub>Typ4</sub> Überschreiten (innerorts) |                       |                       |
|---|-----------------------|-----------------------|
| Karte   | Grenzwert             | Abstand <sup>*)</sup> |
| 3-JK <sub>U(P)</sub>                          | 3U <sub>(P)Typ4</sub> | max. 300 m            |

\*) Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Überschreiten-Unfällen

Tabelle 6: Kriterien für UHL<sub>Typ4</sub> innerorts (Quelle: FGSV, 2012B)

Die Beschreibung der Anzahl und Schwere der Verkehrsunfälle erfolgt anhand der **Unfallkostenrate** (für das Sicherheitsniveau) und der **Unfalldichte** (für Unfallhäufungen). (FGSV, 2003; FGSV, 2014B; FGSV, 2015B), welche wie folgt definiert sind:

- „Unfallraten UR beschreiben die durchschnittliche Anzahl der Unfälle, die bei einer Fahrleistung von 1 Mio. Kfz · km in diesem Straßenabschnitt entstanden sind.“ (FGSV, 2003)
- „Unfallkostenraten UKR beschreiben die entsprechenden durchschnittlichen volkswirtschaftlichen Kosten durch Straßenverkehrsunfälle, die bei einer Fahrleistung von 1000 Kfz · km in diesem Straßenabschnitt entstanden sind.“ (FGSV, 2003)

„Die Unfallrate ist ein Maß für das (fahrleistungsbezogene) Risiko des Verkehrsteilnehmers, in einen Unfall verwickelt zu werden oder dabei zu verunglücken. Die Unfallkostenrate berücksichtigt zusätzlich die Unfallschwere.“ (FGSV, 2003)

Daneben beschreiben die Unfalldichten (UD) bzw. Unfallkostendichten (UKD) „die mittlere jährliche Anzahl der Unfälle bzw. volkswirtschaftlichen Kosten durch Straßenverkehrsunfälle, die auf 1 km Länge des Straßenabschnittes entfallen. [...] Die Dichte ist ein Maß für die (längenbezogene) Häufigkeit, mit der sich Unfälle während eines bestimmten Zeitraumes auf einem bestimmten Straßenabschnitt ereignet haben.“ (FGSV, 2003)

### *Umweltverträglichkeit*

Um die Qualität der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung in Bezug auf die Umweltverträglichkeit zu beschreiben, können die in 16. BImSchV und 39. BImSchV festgelegten Grenzwerte für Lärm- und Luftschadstoffbelastungen verwendet werden. (FGSV, 2014B; FGSV, 2015B)

Als Kenngröße für die Lärmbelastungen kann gemäß FGSV (1990) der **Beurteilungspegel** herangezogen werden, welcher dem Mittelungspegel entspricht, „der an lichtzeichengeregelten Kreuzungen und Einmündungen um einen rechnerischen Zuschlag zur Berücksichtigung der zusätzlichen Störwirkung durch Anfahren und Bremsen der Fahrzeuge erhöht wird.“ In Tabelle 7 sind die in der 16. BImSchV festgelegten Immissionsgrenzwerte dargestellt, welche der Beurteilungspegel nicht überschreiten darf.

|  | Immissionsgrenzwerte |          |
|--|----------------------|----------|
|  | Tag                  | Nacht    |
| Krankenhäusern, Schulen, Kurheimen und Altenheimen             | 57 dB(A)             | 47 dB(A) |
| reinen und allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten | 59 dB(A)             | 49 dB(A) |
| Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten                   | 64 dB(A)             | 54 dB(A) |
| Gewerbegebieten  | 69 dB(A)             | 59 dB(A) |

Tabelle 7: Immissionsgrenzwerte für Lärmbelastungen (Quelle: 16. BImSchV)

Zur Beurteilung der Luftschadstoffbelastungen an Lichtsignalanlagen sind die Arten zu betrachten, welche bei der Verbrennung in Fahrzeugmotoren entstehen und somit der Straßenverkehr als Hauptemittent gilt:

- Benzol,
- Feinstaub,
- Kohlenmonoxid,
- Ozon,
- Schwefeldioxid,
- Stickstoffdioxid und
- Stickstoffmonoxid.

In Tabelle 8 sind die in der 39. BImSchV festgelegten Immissionsgrenzwerte für die oben beschriebenen Luftschadstoffarten zusammengestellt.

| Komponente                           | Immissionsgrenzwerte |                       |                          |                |
|--------------------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|----------------|
|                                      | Kenngröße            | Grenzwert             | Überschreitungs-<br>tage | Einzuhalten ab |
| Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> | Jahresmittel         | 5 µg/m <sup>3</sup>   |                          | 01.01.2010     |
| Feinstaub PM <sub>10</sub>           | Tagesmittel          | 50 µg/m <sup>3</sup>  | 35 d                     | 01.01.2005     |
|                                      | Jahresmittel         | 40 µg/m <sup>3</sup>  |                          | 01.01.2005     |
| Feinstaub PM <sub>2,5</sub>          | Jahresmittel         | 25 µg/m <sup>3</sup>  |                          | 01.01.2015     |
| Kohlenmonoxid CO                     | 8 h-Wert             | 10 mg/m <sup>3</sup>  |                          | 01.01.2005     |
| Ozon O <sub>3</sub>                  | 1 h-Wert             | 180 µg/m <sup>3</sup> |                          | -              |
|                                      | 1 h-Wert             | 240 µg/m <sup>3</sup> |                          | -              |
|                                      | 8 h-Wert             | 120 µg/m <sup>3</sup> | 25 d                     | -              |
| Schwefeldioxid SO <sub>2</sub>       | Stundenmittel        | 350 µg/m <sup>3</sup> | 24 d                     | 01.01.2005     |
|                                      | Tagesmittel          | 125 µg/m <sup>3</sup> | 3 d                      | 01.01.2005     |
| Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub>     | Stundenmittel        | 200 µg/m <sup>3</sup> | 18 d                     | 01.01.2010     |
|                                      | Jahresmittel         | 40 µg/m <sup>3</sup>  |                          | 01.01.2010     |
| Stickstoffoxid NO <sub>x</sub>       | Jahresmittel         | 30 µg/m <sup>3</sup>  |                          | 01.01.2010     |

Tabelle 8: Immissionsgrenzwerte für Luftschadstoffbelastungen (Quelle: 39. BImSchV)

## Verkehrsablauf

Zur Bewertung der Qualität des Verkehrsablaufs an Lichtsignalanlagen und für die Lichtsignalsteuerung können die Kenngrößen Wartezeit, Anzahl der Halte und Reisezeiten bzw. Reisegeschwindigkeiten im Netz herangezogen werden (FGSV, 1999B; FGSV, 2005; FGSV, 2014B; FGSV, 2015A; FGSV, 2015B).

„Beim Kfz-Verkehr und bei Fahrzeugen des ÖPNV gilt als Kriterium die **mittlere Wartezeit** auf einem Fahrstreifen. [...] Die mittlere Wartezeit im Kfz-Verkehr setzt sich [dabei] aus zwei Bestandteilen zusammen

- Grundwartezeit = Wartezeit, die aus dem periodischen Wechsel zwischen Freigabezeit und Sperrzeit resultiert.
- Rückstauwartezeit = Wartezeit, die aus dem Rückstau resultiert (Fahrzeuge, die bis zum Ende der Freigabezeit nicht abfließen können).“

(FGSV, 2015A)

„Über die Verkehrsqualität hinaus ist die **Länge des Rückstaus** von Bedeutung. Sie kann für die Bemessung von Knotenpunkten maßgebend werden, wenn die Gefahr besteht, dass hierdurch andere Verkehrsströme oder der Verkehrsfluss an einem benachbarten Knotenpunkt beeinträchtigt werden.

Bei einer koordinierten Folge von Lichtsignalanlagen ist das **Koordinierungsmaß** von Bedeutung. [...] Das Koordinierungsmaß beschreibt [dabei] den mittleren Anteil der Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage in der koordinierten Folge, die von den Fahrzeugen im koordinierten Verkehrsstrom ohne Halt passiert werden können. [...] Alternativ können [aber auch die] unterschiedliche[n] Steuerungsvarianten koordinierter Straßenzüge mit dem **Performance Index** verglichen werden.“ (FGSV, 2015A)

Darüber hinaus kann auch die **Reisegeschwindigkeit** als Kriterium zur Bewertung von koordinierten Streckenzügen herangezogen werden. Ein Ansatz hierfür liefert BRILON & SCHNABEL (2003), welche entsprechend der zulässigen Höchstgeschwindigkeit Grenzwerte für die mittlere Reisegeschwindigkeit festlegen und diese den Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) gemäß FGSV (2015A) zuordnen. Diese Zuordnung ist in Tabelle 5 dargestellt.

| QSV | $v_{zul} = 50 \text{ km/h}$ | $v_{zul} = 60 \text{ km/h}$ | $v_{zul} = 70 \text{ km/h}$ |
|-----|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| A   | $\geq 40$                   | $\geq 50$                   | $\geq 60$                   |
| B   | $\geq 30$                   | $\geq 35$                   | $\geq 40$                   |
| C   | $\geq 25$                   | $\geq 25$                   | $\geq 30$                   |
| D   | $\geq 20$                   | $\geq 20$                   | $\geq 25$                   |
| E   | $\geq 15$                   | $\geq 15$                   | $\geq 15$                   |
| F   | $< 15$                      | $< 15$                      | $< 15$                      |

Tabelle 5: Grenzwerte für Reisegeschwindigkeiten (Quelle: BRILON & SCHNABEL, 2003)

„Bei Fußgänger- und Radverkehrsströmen gilt als Kriterium die **maximale Wartezeit**, die auf die vollständige Querung einer Zufahrt bezogen ist. Das gilt für den Radverkehr dann auch, wenn er auf der Fahrbahn gemeinsam mit dem Kfz-Verkehr geführt wird. [...] Die maximale Wartezeit für Fußgänger sowie gemeinsam mit dem Fußgängerverkehr im Seitenraum geführten Radverkehr entspricht [...] der Sperrzeit“. (FGSV, 2015A)

Als maßgebende Qualitätsmerkmale werden zur Ermittlung der Qualität des Verkehrsablaufs an Lichtsignalanlagen und für die Lichtsignalsteuerung die mittleren oder die maximalen Wartezeiten verwendet, welche entsprechend ihrer Höhe in sechs Qualitätsstufen (A bis F) unterteilt werden

können. Diese Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) sind in Tabelle 6 gemeinsam mit den dazugehörigen Grenzwerten der Wartezeit je nach Verkehrsart aufgeführt.

| QSV | Kfz-Verkehr<br>mittlere Wartezeit<br>$t_w$ [s] | ÖPNV auf<br>Sonderfahrstreifen<br>mittlere Wartezeit<br>$t_w$ [s] | Fußgänger- und<br>Radverkehr<br>maximale Wartezeit<br>$t_w$ [s] |
|-----|--|---|---|
| A   | $\leq 20$                                      | $\leq 5$  | $\leq 30$   |
| B   | $\leq 35$                                      | $\leq 15$   | $\leq 40$   |
| C   | $\leq 50$                                      | $\leq 25$   | $\leq 55$   |
| D   | $\leq 70$                                      | $\leq 40$   | $\leq 70$   |
| E   | $> 70$   | $\leq 60$   | $\leq 85$   |
| F   | -  | $> 60$  | $> 85$  |

Tabelle 6: Grenzwerte für die Qualitätsstufen der verschiedenen Verkehrsarten  
(Quelle: FGSV, 2015A; Tabelle L4-1 und S4-1)

Die Bedeutungen der einzelnen Qualitätsstufen können FGSV (2015A) entnommen werden (vgl. Kapitel L4.2.2 und S4.2.2).

#### *Wirtschaftlichkeit*

Um die Qualität der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit bzw. der Betriebssicherheit zu bewerten, stehen „Kenngrößen [zur Verfügung], welche die Verfügbarkeit von Anlagenkomponenten und des gesamten Systems beschreiben.“ (FGSV, 2015B) Als Beispiele können die **Störungshäufigkeit**, **Störungsdauer** und **Ausfallhäufigkeit** genannt werden (FGSV, 2014B; FGSV, 2015B). Zwar sind im Technischen Regelwerk Grenzwerte bezüglich der Kriterien nicht gegeben und sind auch nicht definierbar, sodass gemäß BERNHARD & GRAHL (2009) „die Qualität nach dem Erreichen des Optimums [(z.B. minimale Ausfallhäufigkeit)] zu beurteilen ist“. Zudem können Vergleichswerte von anderen Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerungen herangezogen werden. Als weitere Kenngröße kann der **Anlagenzustand** genannt werden, welcher die Beschaffenheit der Lichtsignalanlagen und ihrer einzelnen Anlagenkomponenten beschreibt (BERNHARD & GRAHL, 2009).

Als weitere Kenngröße zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung kann das **Nutzen/Kosten-Verhältnis** (NKV) herangezogen werden. Dieses dient zwar in erster Linie als „Entscheidungskriterium bei Variantenvergleich und Dringlichkeitsreihung [...], bei dem die einer Straßenbauinvestition zurechenbaren Nutzen durch die Kosten dividiert werden.“ (FGSV, 1997A) Dennoch kann das Nutzen/Kosten-Verhältnis auch bei bereits bestehenden Anlagen eingesetzt werden, um festzustellen, ob diese noch ein  $NKV > 1$  aufweisen und somit der Nutzen die Kosten übersteigt. Dabei gehen in die Kostenkomponente lediglich die laufenden Kosten ein, welche die Maßnahmen zum Unterhalt von Lichtsignalanlagen umfassen. „Unter dem Unterhalt werden Sofortmaßnahmen und Maßnahmen kleineren Umfangs (baulicher Unterhalt) sowie Arbeiten zur Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft wie Reinigungs-, Kontroll-, Pflegearbeiten und Winterdienst (betrieblicher Unterhalt) verstanden“ (FGSV, 1997A). Auf der Nutzenseite sind dagegen u. a. Veränderungen bei den Betriebskosten, den Fahrtzeiten, dem Unfallgeschehen und der Lärmbelastung zu berücksichtigen. (FGSV, 1997A)

#### **2.1.4. Definition von Aufgaben und Kompetenzen**

Damit die Aufgaben, die zur Förderung der Qualität der *Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* zu leisten sind, effizient und systematisch umgesetzt werden können, sind die einzelnen Aufgaben sowie die zu der Bewältigung erforderlichen Kompetenzen der Personen oder Organisationseinheiten bzw. Zuständigkeiten festzulegen.

„Die vollständige Klärung und eindeutige Darlegung [...] der Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten zwischen Auftraggeber, Projektierer, Implementierer und Betreiber sowie innerhalb dieser Gruppen“ stellt somit eine wichtige Voraussetzung für ein wirkungsvolles Qualitätsmanagement während des Betriebs der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung dar. (FGSV, 2015B) So sind alle Aufgaben und Kompetenzen bzw. Zuständigkeiten bei allen Personen oder Organisationen zu definieren, die sich mit dem Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung beschäftigen.

Im Rahmen des Betriebs der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung können u. a. folgende Aufgaben auftreten:

- Abnahme einer neuen Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung: Durchführung der Abnahme durch Errichter, Gefahrenübergang vom Errichter auf den Betreiber, Erstellung eines Protokolls. (FGSV, 2015B)
- Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung: Führung einer Signalakte, Einschalten der Lichtsignalanlagen, Durchführung der Betriebszustände („Normalbetrieb“, „Gelbblinken“, „Signale aus“), Ausschalten der Lichtsignalanlagen. (FGSV, 2015B)
- Anpassung der Lichtsignalsteuerung: Änderung der Verkehrssteuerung bspw. aufgrund von temporären Veränderungen (z. B. Baustellen oder Veranstaltungen), neuen Grenzwerten für Lärm- und Luftschadstoffbelastungen, einer neuen Verkehrsführung und ÖPNV-Priorisierung. (FGSV, 2014A)
- Betriebsüberwachung: Dokumentation über jede Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung durch den Betreiber, Feststellung und Dokumentation von Abweichungen vom Normalbetrieb, Einleitung der erforderlichen Korrekturmaßnahmen. (FGSV, 2015B)
- Durchführung von Verkehrsschauen: „vorbeugende Überprüfung des Zustands und der Sichtbarkeit der Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen sowie die Beseitigung möglicher Gefahren im öffentlichen Verkehrsraum“. (FGSV, 2007B)
- Durchführung von Korrekturmaßnahmen: Umsetzung der erforderlichen Sicherungsmaßnahmen (z. B. Umschalten in ein Ersatzsignalprogramm oder Austausch eines Signalgebers). (FGSV, 2015B)
- Durchführung von Ersatzmaßnahmen bei Betriebsunterbrechung: ersatzweise Verkehrsregelung durch Polizei, Verkehrszeichen oder transportable Lichtsignalanlagen. (FGSV, 2015B)

Hinsichtlich der Betriebsüberwachung und der Durchführung von Verkehrsschauen ist zu beachten, dass diese im Rahmen des vorliegenden QM-Leitfadens als Überwachungsmaßnahme einzuordnen sind und daher in Kapitel 2.2.4 erneut aufgegriffen werden. Ebenso werden konkrete Korrekturmaßnahmen zur Behebung der identifizierten Fehler in Kapitel 2.2.5 beschrieben.

In Anlehnung an FGSV (2007A) werden in Tabelle 7 die oben genannten Aufgaben zusammengestellt, welche während des Betriebs der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung auftreten, und die Rolle des jeweils dafür zuständigen Akteurs aufgeführt.

| Aufgaben  | Akteure   |                                       |   |                    |     |  |  |     |  |  |                             |     |  |
|---|---|---------------------------------------|---|--------------------|-----|--|--|-----|--|--|-----------------------------|-----|--|
|   | Polizei   | Politik                               |   |                    |     | Aufgabenträger   |  |     |  |  |                             |     |  |
|   |   |                                       |   |                    |     | Straßenverkehrsbehörde   |  |     |  |  |                             |     |  |
|   |   | EU                                    | BMVI  | Landes-<br>behörde | ... | Abteilung<br>Verkehrs-<br>planung  | Abteilung<br>Verkehrs-<br>technik      | ... | VMZ/VRZ<br>/VZ   | Verkehrs-<br>betriebe                            | Private<br>Unter-<br>nehmen | ... |  |
| Abnahme<br>einer LSA &<br>LSS   |   |                                       |   |                    |     | Begleitung, Übernahme der Gefahren vom<br>Errichter, Dokumentation                           |  |     |  | Durchführ-<br>ung , Doku-<br>mentation           |                             |     |  |
| Betrieb der<br>LSA & LSS  |   |                                       |   |                    |     |  | Durchführ-<br>ung , Doku-<br>mentation |     | Durchfüh-<br>rung und<br>Daten-<br>bereit-<br>stellung | Beteilig-<br>ung an<br>Durch-<br>führung         |                             |     |  |
| Anpassung<br>der LSS  |   | Änder-<br>ung von<br>Grenz-<br>werten | Änderung und<br>Bekanntgabe von<br>Zielvorgaben |                    |     | Bereit-<br>stellung von<br>Vorgaben  | Durch-<br>führung                      |     |  | Bereitstel-<br>lung von<br>Vorgaben              |                             |     |  |
| Betriebs-<br>überwachung  |   |                                       |   |                    |     |  | Durchführ-<br>ung , Doku-<br>mentation |     |  |  |                             |     |  |
| Durch-führung<br>von Verkehrs-<br>schauen                             | Durch-<br>führung                                 |                                       |   | Durch-<br>führung  |     | Durchführung   |  |     |  |  |                             |     |  |
| Durchführung<br>von Korrektur-<br>maßnahmen                           |   |                                       |   |                    |     |  | Durch-<br>führung                      |     |  | ggf.<br>Beteilig-<br>ung an<br>Durch-<br>führung |                             |     |  |
| Durchführung<br>von<br>Ersatzmaßnah-<br>men bei<br>Unter-<br>brechung | Durch-<br>führung<br>der<br>Verkehrs-<br>regelung |                                       |   |                    |     | Durchführung der Verkehrsregelung (z. B.<br>durch Verkehrszeichen oder transportable<br>LSA) |  |     |  |  |                             |     |  |
| ...   | ...   | ...                                   | ...   | ...                | ... | ...  | ...                                    | ... | ...  | ...  | ...                         | ... |  |

Legende:

EU: Europäische Union

LSA: Lichtsignalanlage

VRZ: Verkehrsrechnerzentrale

BMVI: Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur

LS: Lichtsignalsteuerung

VZ: Verkehrsrechnerzentrale

VMZ: Verkehrsmanagementzentrale

Tabelle 7: Aufgaben und Kompetenzen beim Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung

#### **Arbeitsschritt OP4**

*Fügen Sie den allgemeingültigen Aufgaben ggf. weitere Aufgaben zur Förderung der Qualität der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung hinzu, die in Ihrem Aufgabenbereich anfallen, und ordnen Sie diesen die erforderlichen Kompetenzen bzw. Zuständigkeiten zu. Ordnen Sie anschließend allen auftretenden Aufgaben Personen oder Organisationseinheiten innerhalb Ihres Aufgabenbereichs zu und geben Sie dies bekannt.*

### **2.1.5. Beschreibung von Prozessen**

Die Festlegung der einzelnen Prozesse bzw. Technischen Regeln zum Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung sind gemäß Kapitel 1.4 inhaltlicher Bestandteil des Technischen Regelwerks der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) und stellen somit keinen unmittelbaren Bestandteil des QM-Leitfadens dar.

Daher wird für Informationen bezüglich der im Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung anfallenden Prozesse auf die entsprechenden Regelwerke und Wissensdokumente der FGSV verwiesen. In FGSV (2015B) wird die Abnahme von Lichtsignalanlagen erläutert, welche vor deren Inbetriebnahme durchzuführen ist. Im Rahmen dieser Aufgabe im Betrieb werden auf einem Testplatz die verkehrlichen Funktionalitäten (z. B. Einhaltung von Zwischenzeiten für die einzelnen Verkehrsarten) geprüft und dokumentiert. Darüber hinaus werden die einzelnen Betriebszustände sowie das Ein- und Ausschalten der Lichtsignalanlagen beschrieben. Daneben werden die Ersatzmaßnahmen bei einer Betriebsunterbrechung ausgeführt.

In FGSV (2014A) werden Hinweise zur Anpassung der Lichtsignalsteuerung gegeben, welche nicht aufgrund von fehlerhaften Signalzeiten oder zu hohen Wartezeiten sondern wegen temporären Veränderungen oder neuen Grenzwerten für Umweltbelastungen durchgeführt wird. Während FGSV (2014A) alle Verkehrsarten berücksichtigt, gehen FGSV (1999B) und FGSV (2005) auf spezielle Aspekte der Lichtsignalsteuerung für den öffentlichen Personennahverkehr bzw. Radverkehr ein.

Neben den Technischen Regeln für die Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung sind im Technischen Regelwerk der FGSV ebenfalls Hinweise zum Betrieb der einzelnen Anlagenkomponenten. In FGSV (2001A) sind Aussagen zur Abnahme, zur Überwachung, zur Wartung und zum Störfallmanagement von Verkehrsrechner zu finden. Daneben beinhaltet FGSV (1991) Informationen zum Betrieb von Detektoren (bspw. bezüglich ihrer Arbeitsweise und der gelieferten Daten), welche in dem dazugehörigen QM-Leitfaden für Detektoren näher ausgeführt werden.

Darüber hinaus kann auf DIN-Normen für Lichtsignalanlagen und ihrer einzelnen Anlagenkomponenten (u. a. Signalgeber und Steuergerät) verwiesen werden, welche in Kapitel 3.6 zusammengestellt sind.

### **2.1.6. Festlegung eines Kommunikations- und Koordinationskonzepts**

Im Rahmen eines Kommunikations- und Koordinationskonzepts ist der Zusammenhang zwischen den in Kapitel 2.1.4 definierten Aufgaben und Kompetenzen bzw. Zuständigkeiten von Personen und Organisationseinheiten dargestellt. Das Konzept zeigt den Kommunikations- und Koordinationsbedarf zwischen Personen und Organisationseinheiten, der im Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung auftreten kann.

Der erforderliche Kommunikations- und Koordinationsbedarf zwischen den einzelnen Akteuren kann auf Basis der in Tabelle 7 dargestellten Aufgaben und den dazugehörigen Zuständigkeiten identifiziert werden. In den Bildern 7 bis 13 ist dieser Kommunikations- und Koordinationsbedarf zwischen den jeweiligen Akteuren dargestellt.

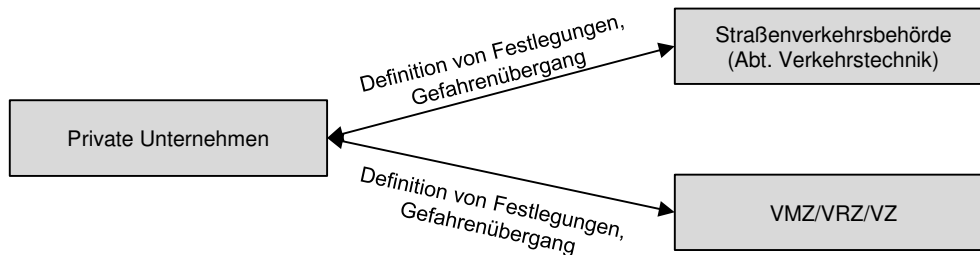


Bild 7: Kommunikations- und Koordinationsbedarf bei der Abnahme einer neuen Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung

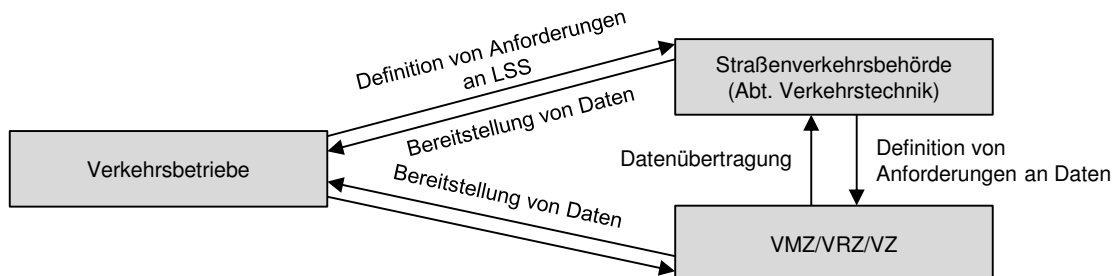


Bild 8: Kommunikations- und Koordinationsbedarf beim Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung

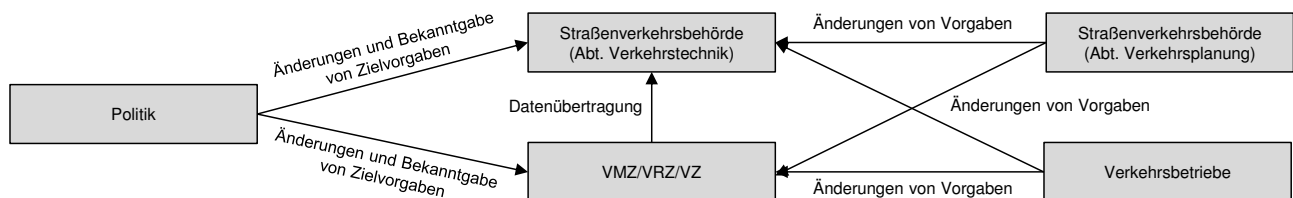


Bild 9: Kommunikations- und Koordinationsbedarf bei der Anpassung der Lichtsignalsteuerung

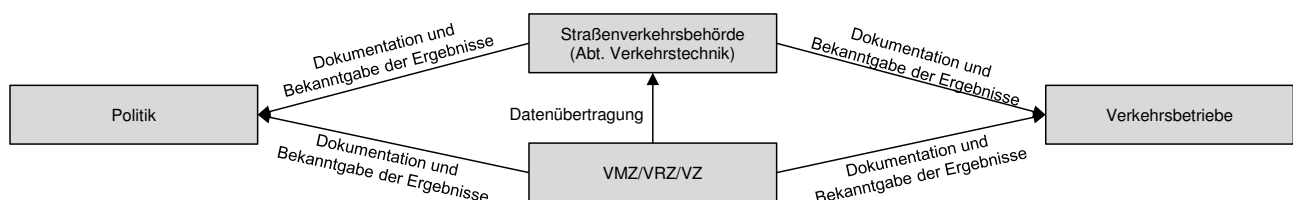


Bild 10: Kommunikations- und Koordinationsbedarf bei der Betriebsüberwachung



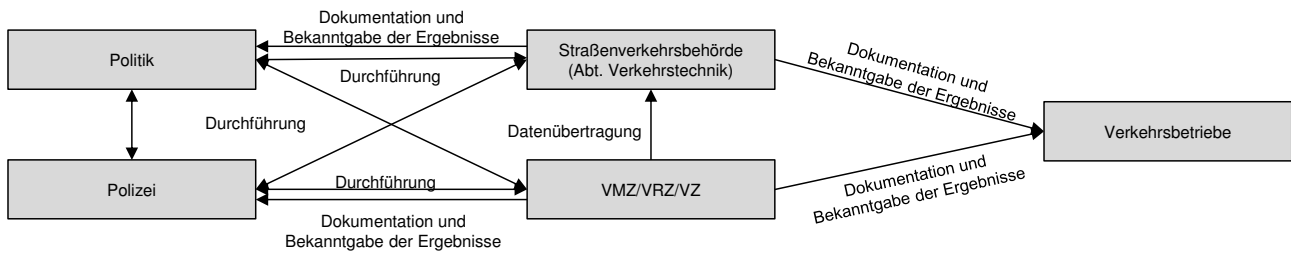


Bild 11: Kommunikations- und Koordinationsbedarf bei der Durchführung von Verkehrsschauen

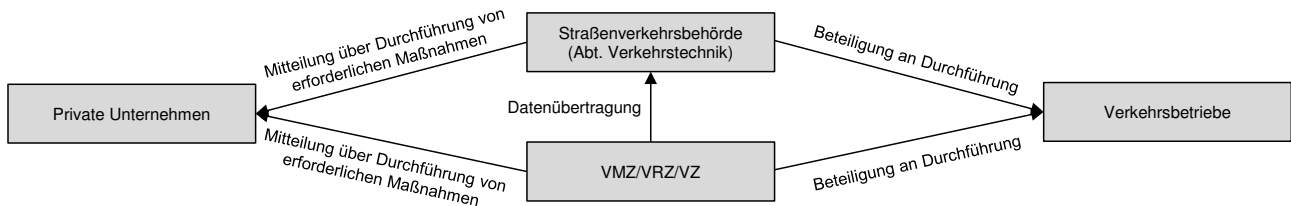


Bild 12: Kommunikations- und Koordinationsbedarf bei der Durchführung von Korrekturmaßnahmen

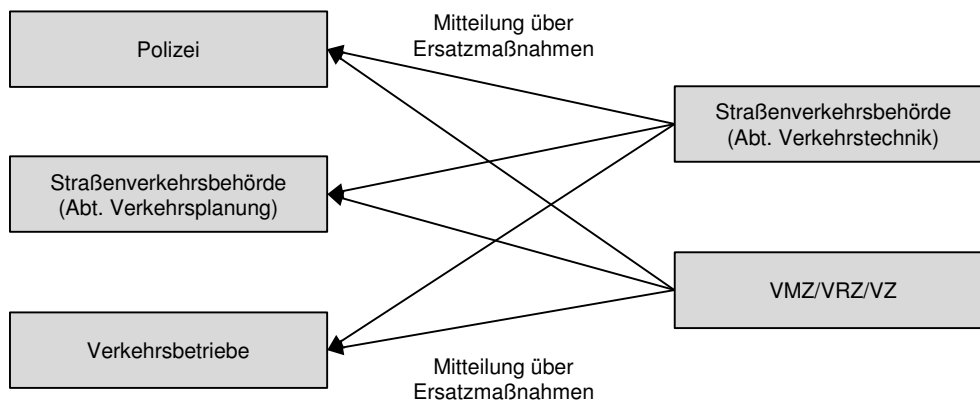


Bild 13: Kommunikations- und Koordinationsbedarf bei der Durchführung von Ersatzmaßnahmen bei Unterbrechung

**Legende:**

LSA: Lichtsignalanlage

LSS: Lichtsignalsteuerung

VMZ: Verkehrsmanagementzentrale

VRZ: Verkehrsrechnerzentrale

VZ: Verkehrszentrale

Die Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Akteuren kann im Rahmen von Kooperationsvereinbarungen festgehalten werden, welche den konkreten Kommunikations- und Koordinationsbedarf hinsichtlich gemeinsamer Aufgaben während des Betriebs der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung beschreiben sowie Zuständigkeiten festlegen.

**Arbeitsschritt OP6**

Fügen Sie dem allgemeingültigen Kommunikations- und Koordinationsbedarf ggf. weiteren Bedarf zur Kommunikation bzw. Koordination bezüglich des Qualitätsmanagements für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung hinzu, der in Ihrem Aufgabenbereich anfällt. Berücksichtigen Sie dabei, worüber wann mit wem in Ihrem Aufgabenbereich wie kommuniziert werden sollte, und ordnen Sie dazu die zuständigen Personen (ggf. auch namentlich) und/oder Organisationseinheiten in Ihrem Aufgabenbereich zu. Nehmen Sie dabei auf den Arbeitsschritt QP4 Bezug.

## 2.2. Qualitätslenkung

Aufbauend auf der Qualitätsplanung werden in der Qualitätslenkung der *Betriebsphase* alle Maßnahmen zur Überwachung, Korrektur und Verbesserung von *Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* sowie dazu erforderlichen Ressourcen dargelegt, die zur Erfüllung der Qualitätsziele und -anforderungen dienen. Die Korrekturmaßnahmen sind dabei in einen kontinuierlichen und laufenden Prozess eingebettet und dienen somit als Online-Verbesserung von *Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung*. Zudem sind die erforderlichen Weiterbildungsmaßnahmen des Personals bezüglich des Qualitätsmanagements festzuhalten.

### 2.2.1. Bereitstellung von Ressourcen

Um die angestrebte Qualität gemäß der Qualitätsziele und -anforderungen für *Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* umsetzen und dauerhaft gewährleisten zu können, sind entsprechende Ressourcen bezüglich Personal, Sach- und Finanzmittel zu bestimmen und bereitzustellen.

In Tabelle 8 sind für die einzelnen Aufgaben im Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung gemäß Kapitel 2.1.4 der zu deren Bewältigung erforderliche Ressourcenbedarf gegenübergestellt. Dabei wird auf den Ressourcenbedarf für den Aufgabenträger bzw. den Betreiber (Straßenverkehrsbehörde oder VMZ/VRZ/VZ) eingegangen. Zudem werden Sach- und Finanzmittel nicht getrennt betrachtet, da die Finanzmittel von den jeweils eingesetzten Sachmitteln abhängig sind.

| Aufgabe                          | Personal  | Sach- und Finanzmittel           | Anmerkungen       |
|----------------------------------|---|----------------------------------|-------------------|
| Abnahme einer LSA & LSS          | Begleitung durch Techniker und ggf. zuständigen Mitarbeiter | -                                |                   |
| Betrieb der LSA & LSS            | Durchführung durch zuständigen Mitarbeiter                  | EDV-Anlage                       |                   |
|                                  |   | EDV-Programme                    |                   |
|                                  |   | fachspezifische EDV-Programme    |                   |
|                                  |   | Sensoren bzw. Detektoren vor Ort | nach FGSV (1991)  |
|                                  |   | Technisches Regelwerk            | FGSV, DIN, StVO   |
|                                  |   | Weiterbildungsmaßnahmen          |                   |
|                                  |   | ...                              | ...               |
| Anpassung der Signalsteuerung    | Durchführung durch zuständigen Mitarbeiter                  | EDV-Anlage                       |                   |
|                                  |   | EDV-Programme                    |                   |
|                                  |   | fachspezifische EDV-Programme    |                   |
|                                  |   | Sensoren bzw. Detektoren vor Ort | nach FGSV (1991)  |
|                                  |   | ...                              | ...               |
| Betriebsüberwachung              | Durchführung durch zuständigen Mitarbeiter                  | EDV-Anlage                       |                   |
|                                  |   | EDV-Programme                    |                   |
|                                  |   | fachspezifische EDV-Programme    |                   |
|                                  |   | Sensoren bzw. Detektoren vor Ort | nach FGSV (1991)  |
|                                  |   | ...                              | ...               |
| Durchführung von Verkehrsschauen | Durchführung durch Techniker und zuständigen Mitarbeiter    | Warnkleidung                     | nach FGSV (2007b) |
|                                  |   | tragbarer Computer               |                   |
|                                  |   | Technisches Regelwerk            |                   |
|                                  |   | Fotoapparat                      |                   |
|                                  |   | Straßenkarten, Stadtpläne        |                   |
|                                  |   | Maßband, Kreide, Spraydose       |                   |
|                                  |   | ...                              | ...               |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Aufgabe  | Personal   | Sach- und Finanzmittel        | Anmerkungen       |
|--|--|-------------------------------|-------------------|
| Durchführung von Korrekturmaßnahmen                | Durchführung durch Techniker und zuständigen Mitarbeiter | EDV-Anlage                    |                   |
|  |  | EDV-Programme                 |                   |
|  |  | fachspezifische EDV-Programme |                   |
|  |  | ggf. Ersatz*                  |                   |
|  |  | ...                           | ...               |
| Durchführung von Ersatzmaßnahmen bei Unterbrechung | Durchführung durch Techniker und zuständigen Mitarbeiter | transportable LSA und Zubehör | nach FGSV (1997b) |
|  |  | Verkehrszeichen               |                   |
|  |  | ...                           |                   |
| ...  | ...  | ...                           | ...               |

\* abhängig von der jeweiligen Ersatzmaßnahme

Legende:

LSA: Lichtsignalanlage      LSS: Lichtsignalsteuerung

Tabelle 8: Ressourcenbedarf für den Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung

Bei einigen der in Tabelle 8 aufgeführten Aufgabe wiederholen sich die erforderlichen Ressourcen. So ist zum Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung, zur Anpassung der Lichtsignalsteuerung, zur Betriebsüberwachung und zur Durchführung von Korrekturmaßnahmen u. a. eine EDV-Anlage und entsprechende fachspezifische EVD-Programme bereitzustellen. Fallen all diese Aufgaben in einen Aufgabenbereich bzw. eine Abteilung des Betreibers, sind die einzelnen Ressourcen einmal bereitzustellen und können dann schließlich für alle Aufgaben eingesetzt werden. Dies gilt neben den Sach- und Finanzmittel auch für das Personal. Die einzelnen Aufgaben können in dem Aufgabenbereich einer Person gebündelt werden.

Darüber hinaus ist bei der Durchführung von Korrekturmaßnahmen in Abhängigkeit von der gewählten Maßnahme ein Ersatz für eine fehlerhafte Gerätschaft (z. B. Steuergerät oder Signalgeber) oder veraltete Software bereitzustellen.

**Arbeitsschritt OL1**

*Stellen Sie die hier beschriebenen Ressourcen bezüglich Personal, Finanz- und Sachmittel zur Erreichung der angestrebten Qualität der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung bereit. Beachten Sie dabei, dass je nach Größe Ihres Aufgabenbereichs eine unterschiedliche Anzahl von Stellen für Personal benötigt werden können.*

## 2.2.2. Qualifizierung von Personal

Für die Erreichung und dauerhafte Sicherstellung der angestrebten Qualität der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung ist die Qualifizierung des Personals, das für die unterschiedlichen Aufgaben nach Kapitel 2.1.4 und Prozesse nach Kapitel 2.1.5 zuständig ist, von wesentlicher Bedeutung.

Aufgrund der vielfältigen sowie sich stets ändernden Aufgaben und Prozesse, die im Rahmen des Betriebs der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung anfallen, ergeben sich unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich der Qualifikation und der Fortbildung des Personals. So sind die Mitarbeiter zum einen innerhalb ihres jeweiligen Aufgabenbereichs und zum anderen hinsichtlich des Qualitätsmanagements für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung weiterzubilden.

Das bisherige Angebot an Schulungen zu verkehrstechnischer Software oder an Seminaren mit dem Themenschwerpunkt Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung wird meist lediglich zur Weiterbildung neuer Mitarbeiter oder bei der Veröffentlichung neuer Software in Anspruch genommen. Dennoch sollten auch Mitarbeiter mit langjähriger Erfahrung in regelmäßigen Abständen ihren Wissensstand im Bereich des Betriebs der Lichtsignalanlagen sowie Lichtsignalsteuerung erweitern und ggf. verbessern.

Die zum Betreiben der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung erforderliche Qualifizierung sowie Weiterbildung ist in Tabelle 9 den einzelnen in Kapitel 2.1.4 beschriebenen Aufgaben gegenübergestellt. Darüber hinaus wurde, soweit sinnvoll, ebenfalls ein Turnus bzw. Zeitpunkt angegeben, in dem die jeweiligen Weiterbildungsmaßnahmen durchgeführt werden sollten.

| Aufgabe                            | Qualifizierung (Q) und Weiterbildungsmaßnahme (W) |   | Turnus bzw. Zeitpunkt der Durchführung | Person bzw. Organisationseinheit |
|------------------------------------|---|---|--|----------------------------------|
| Abnahme einer LSA & LSS            | Q   | verkehrstechnische Qualifikationen durch Studium des Bauingenieurwesens oder vergleichbares | -                                      |                                  |
|                                    | Q   | Wissen über Inhalte der Abnahme und erforderliche Dokumente                                 | -                                      |                                  |
|                                    | W   | Erweiterung des Wissens über Inhalte der Abnahme und erforderliche Dokumente                | bei Bedarf                             |                                  |
|                                    | ...   | ...   | ...                                    |                                  |
| Betrieb der LSA & LSS              | Q   | verkehrstechnische Qualifikationen durch Studium des Bauingenieurwesens oder vergleichbares | -                                      |                                  |
|                                    | Q   | Kenntnisse über verkehrstechnische Software   | -                                      |                                  |
|                                    | W   | Erweiterung der eigenen verkehrstechnischen Qualifikationen                                 | jährlich                               |                                  |
|                                    | W   | Qualitätssicherung an LSA   |  |                                  |
|                                    | W   | Erweiterung der Kenntnisse neuer Software   | nach Veröffentlichung                  |                                  |
|                                    | W   | Fortbildung bezüglich neuer Regelwerke und DIN-Normen                                       | nach Veröffentlichung                  |                                  |
|                                    | ...   | ...   | ...                                    |                                  |
| Anpassung der Lichtsignalsteuerung | Q   | verkehrstechnische Qualifikationen durch Studium des Bauingenieurwesens oder vergleichbares | -                                      |                                  |
|                                    | Q   | Kenntnisse über verkehrstechnische Software   | -                                      |                                  |
|                                    | W   | Erweiterung der eigenen verkehrstechnischen Qualifikationen                                 | jährlich                               |                                  |
|                                    | W   | Erweiterung der Kenntnisse neuer Software   | nach Veröffentlichung                  |                                  |
|                                    | W   | Fortbildung bezüglich neuer Regelwerke und DIN-Normen                                       | nach Veröffentlichung                  |                                  |
|                                    | ...   | ...   | ...                                    |                                  |
| Betriebsüberwachung                | Q   | verkehrstechnische Qualifikationen durch Studium des Bauingenieurwesens oder vergleichbares | -                                      |                                  |
|                                    | Q   | Kenntnisse über verkehrstechnische Software   | -                                      |                                  |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Aufgabe  | Qualifizierung (Q) und Weiterbildungsmaßnahme (W) |   | Turnus bzw. Zeitpunkt der Durchführung | Person bzw. Organisationseinheit |
|--|---|---|--|----------------------------------|
| Betriebsüberwachung                                | W   | Erweiterung der eigenen verkehrstechnischen Qualifikationen                                 | jährlich                               |                                  |
|  | W   | Erweiterung der Kenntnisse neuer Software   | nach Veröffentlichung                  |                                  |
|  | W   | Fortbildung bezüglich neuer Regelwerke und DIN-Normen                                       | nach Veröffentlichung                  |                                  |
|  | ...   | ...   | ...                                    |                                  |
| Durchführung von Verkehrsschauen                   | Q   | verkehrstechnische Qualifikationen durch Studium des Bauingenieurwesens oder vergleichbares | -                                      |                                  |
|  | Q   | aktuelle fachliche Kenntnisse zu verkehrssicherheitsrelevanten Themen                       | selbstbestimmt                         |                                  |
|  | W   | Erweiterung der eigenen verkehrstechnischen Qualifikationen                                 | abhängig von Landesbehörde             |                                  |
|  | W   | Fortbildung bezüglich neuer Regelwerke und DIN-Normen                                       | nach Veröffentlichung                  |                                  |
|  | ...   | ...   | ...                                    |                                  |
| Durchführung von Korrekturmaßnahmen                | Q   | verkehrstechnische Qualifikationen durch Studium des Bauingenieurwesens oder vergleichbares | -                                      |                                  |
|  | Q   | Kenntnisse über verkehrstechnische Software   | -                                      |                                  |
|  | W   | Kenntnisse über mögliche Korrekturmaßnahmen   |  |                                  |
|  | ...   | ...   | ...                                    |                                  |
| Durchführung von Ersatzmaßnahmen bei Unterbrechung | Q   | verkehrstechnische Qualifikationen durch Studium des Bauingenieurwesens oder vergleichbares | -                                      |                                  |
|  | W   | Erweiterung der Kenntnisse hinsichtlich des Einsatzes von transportablen LSA                |  |                                  |
|  | ...   | ...   | ...                                    |                                  |
| ...  |   | ...   | ...                                    |                                  |

Legende:

LSA: Lichtsignalanlage      LSS: Lichtsignalsteuerung

Tabelle 9: Qualifizierung und Weiterbildungsmaßnahmen für den Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung

Zum Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung können die erforderlichen verkehrstechnischen Qualifikationen in erster Linie durch ein Studium des Bauingenieurwesens oder einem vergleichbarem, wie bspw. dem Verkehrswesen, erlangt werden. Im Rahmen dieses Studiums werden u. a. die Funktion und die Wirkungsweise der eingesetzten Verfahren zur Lichtsignalsteuerung an einem Knotenpunkt, einem Streckenabschnitt oder in einem Netz übermittelt. Daneben sind entweder bereits während des Studiums oder in Weiterbildungsmaßnahmen die eigenen Qualifikationen in Bezug auf verkehrstechnische Software z. B. zur Signalprogrammberechnung und zur Simulation des Verkehrsablaufs zu erweitern. Ebenso sind nach Veröffentlichung neuer sowie überarbeiteter Regelwerke und DIN-Normen die darin enthaltenen Regelungen in den eigenen Aufgabenbereich zu integrieren bzw. die bestehenden Regelungen durch die neuen Regelungen zu ersetzen.

Um die eigenen verkehrstechnischen Fähigkeiten zu verbessern oder zu erweitern, existieren bereits Seminaren und Schulungen auf freiwilliger Basis. So werden bspw. von der Verkehrs-Akademie Dortmund Seminare mit den Schwerpunkten „Lichtsignalanlagen im Straßenverkehr“ und „Lichtsignalanlagen in Baustellen“ angeboten, welche sich u. a. an Mitarbeiter der Straßenverkehrsbehörden und der Polizei richten (VERKEHRS-AKADEMIE DORTMUND, 2016). Diese Seminare werden im halbjährlichen Turnus angeboten. Daneben werden Schulungen zum Erlernen und zum Umgang mit Software zum Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung, zur Verkehrsmodellierung und Verkehrsflusssimulation angeboten, welche in der Regel von der jeweiligen Softwarefirma und mehrmals im Jahr besucht werden können.

Für die „sachgerechte, zielführende und effiziente Durchführung von Verkehrsschauen“ werden in FGSV (2007B) als Voraussetzung genannt, „dass die regelmäßigen Teilnehmer aus den Straßenverkehrs- und Straßenbaubehörden sowie der Polizei über aktuelle fachliche Kenntnisse zu verkehrssicherheitsrelevanten Themen verfügen. Einzelheiten hierzu (z. B. Schulungs- und Fortbildungsmaßnahmen) regeln die zuständigen Obersten Landesbehörden.“

Neben den erforderlichen Qualifizierungen und Weiterbildungsmaßnahmen zum Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung sind die einzelnen Betreiber dazu angehalten, sich ebenfalls im Bereich der Qualitätssicherung von Lichtsignalanlagen sowie Lichtsignalsteuerung zu qualifizieren und weiterzubilden. In Tabelle 10 sind die einzelnen Qualifizierungen und Weiterbildungsmaßnahmen zusammengestellt.

| Bereich   | Qualifizierung (Q) und Weiterbildungsmaßnahme (W) |   | Turnus bzw. Zeitpunkt der Durchführung | Person bzw. Organisationseinheit |
|---|---|---|--|----------------------------------|
| Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung | Q   | verkehrstechnische Qualifikationen durch Studium des Bauingenieurwesens oder vergleichbares | -                                      |                                  |
|   | W   | Erweiterung des Wissens durch Forschungs- und Entwicklungsergebnisse                        | selbstbestimmt                         |                                  |
|   | W   | Schulung zum Umgang mit QM-Leitfaden (produkt- bzw. dienstleistungsbezogen oder allgemein)  | jährlich                               |                                  |
|   | ...   | ...   | ...                                    |                                  |
| ...   |   | ...   | ...                                    |                                  |

Tabelle 10: Qualifizierung und Weiterbildungsmaßnahmen zum Qualitätsmanagement

Bereits schon während des Studiums oder der Ausbildung einschlägiger Fachrichtungen sollte die Grundlage für eine Qualitätskultur geschaffen werden. Darüber hinaus sollte auch im Rahmen von Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen das eigene Wissen um neue Erkenntnisse aus bspw. Forschungs- und Entwicklungsprojekte erweitert werden. Daneben werden von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) Schulungen angeboten, in denen der Umgang mit den Leitfäden des Qualitätsmanagements (QM-Leitfäden) näher gebracht werden soll. So werden zum einen die einzelnen Bestandteile der QM-Leitfäden und zum anderen die Übertragung auf die im jeweiligen Aufgabenbereich vorhandenen Gegebenheiten anhand eines Anwendungsbeispiels erläutert. Weitergehende Informationen zu den konkreten Schulungsinhalten und den Terminen werden auf der FGSV-Homepage bereitgestellt.

Grundsätzlich sollten die Mitarbeiter in regelmäßigen Abständen über mögliche Schulungs- und Weiterbildungsangebote zum Betrieb und zum Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung informiert werden. Bei Bedarf können auch bestimmte Mitarbeiter zum Besuch einzelner Schulungen aufgefordert werden.

Des Weiteren wird bei Weiterbildungsmaßnahmen zum Qualitätsmanagement oder auch in anderen Fachdisziplinen nach deren Durchführung eine Bescheinigung oder ein Zertifikat über die Teilnahme ausgegeben. Dieses Konstrukt könnte ggf. auch auf die Weiterbildungsmaßnahmen im Bereich des Betriebs sowie des Qualitätsmanagements für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung übertragen werden. Dies könnte ein Anreiz zum regelmäßigen Besuch der einzelnen Maßnahmen darstellen, wenn bspw. dieses Schulungszertifikat zur Durchführung der jeweiligen Aufgaben nachzuweisen wäre. Die Entscheidung darüber, ob das erlangte Zertifikat nachzuweisen ist, liegt bei dem einzelnen Betreiber der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung.

#### **Arbeitsschritt OL2**

*Fügen Sie den generellen Weiterbildungsmaßnahmen innerhalb des Betriebs der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung weitere in Ihren Aufgabenbereich erforderliche Weiterbildungsmaßnahmen hinzu. Geben Sie dabei an, in welchem Turnus und von welchen Mitarbeitern bzw. Organisationseinheiten diese Maßnahmen besucht werden sollten.*

*Fügen Sie zudem den generellen Weiterbildungsmaßnahmen zum Qualitätsmanagement ggf. weitere in Ihren Aufgabenbereich erforderliche Weiterbildungsmaßnahmen hinzu. Geben Sie dabei an, in welchem Turnus und von welchen Mitarbeitern bzw. Organisationseinheiten diese Maßnahmen besucht werden sollten.*

### **2.2.3. Ergreifung von Vorbeugungsmaßnahmen**

Um die Qualität der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung sowie der einzelnen Prozesse sicherstellen zu können, sind Maßnahmen zu treffen, welche zum einen die Ursache eines möglichen Fehlers beseitigen und zum anderen das Auftreten von Fehlern verhindern. Diese Vorbeugungsmaßnahmen müssen dabei gegenüber den Auswirkungen eines möglichen Fehlers angemessen sein.

Da die potenziellen Fehler und deren Ursache dazu führen können, dass die vorgesehene Qualität der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung nicht eingehalten werden kann bzw. die Qualitätsmerkmale ihren jeweiligen Schwellenwert überschreiten, stellen diese in Kapitel 2.1.3 beschriebenen Qualitätsmerkmale den Ausgangspunkt dar. Der Fokus wird dabei auf die in Tabelle 4 aufgeführten maßgebenden Qualitätsmerkmale gelegt, wobei an dieser Stelle die Überschreitung dieser Qualitätsmerkmale als potenzieller Fehler angesehen wird.

In Tabelle 11 sind den potenziellen Fehlern ihre möglichen Ursachen und Maßnahmen zu ihrer Vermeidung bzw. Vorbeugung gegenübergestellt. Die angeführten möglichen Ursachen können dabei an sowohl an Kreuzungen und Einmündungen als auch für Querungsanlagen an Bahnkörpern, Furten und Haltestellen (z. B. Haltestelleninseln) gelten. Die Wahl für eine oder mehrere Vorbeugungsmaßnahmen sollte anhand der eigenen technischen und finanziellen Ressourcen im Aufgabenbereich getroffen werden. Eine Hilfestellung soll dabei Tabelle 11 geben, worin die Vorbeugungsmaßnahmen nach ihren jeweiligen geschätzten Umsetzungsaufwand aufsteigend sortiert worden sind.

Eine Beschreibung der einzelnen Vorbeugungsmaßnahmen samt Angaben zum jeweiligen Umsetzungsaufwand und Empfehlungen zum Turnus ihrer Durchführung ist in Anhang 3.4 zu finden.

| Zielfeld/<br>Fehlerkategorie | Potenzielle Fehler   | Mögliche Ursache   | Vorbeugungsmaßnahmen <sup>1</sup>   |
|------------------------------|--|--|---|
| Verkehrssicherheit           | Unfallhäufungen  | Hohe Anzahl von Verkehrsunfällen   | Prüfung der Zwischenzeiten <sup>2</sup> , Prüfung der Phaseneinteilung <sup>2</sup> , Prüfung der Signalprogrammelemente <sup>2</sup> , Prüfung der Übergangszeiten <sup>2</sup> , Wartung der LSA-Komponenten <sup>2</sup> , ,,, |
|                              | Überschreitung der Unfallkostenrate                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fahr Unfall</li> <li>▪ Abbiegeunfall</li> </ul>   | ...   |
|                              | Überschreitung der Unfallkostendichte                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einbiegen/Kreuzen-Unfall</li> <li>▪ Überschreiten-Unfall</li> <li>▪ Sonstiger Unfall</li> </ul> | Prüfung der Vorgabezeiten, ...  |
|                              |  | ...  | ...   |
|                              |  | ...  | Prüfung der Vorgabezeiten, ...  |
|                              |  | ...  | ...   |
|                              | ...  | ...  | ...   |
| Umweltverträglichkeit        | Überschreitung des Immissionsgrenzwerts für Lärm           | Verkehrliche Überlastung   | Geschwindigkeitsbeschränkung, Einrichtung von Überholverbot, Einsatz einer verkehrs- bzw. situations-abhängigen Steuerung, Einrichtung einer Umlenkung, Einrichtung einer Sperrung, Einrichtung einer Zuflusssteuerung, ...       |
|                              |  | Hohe/geringe Umlaufzeit  | Prüfung der Umlaufzeit, ...   |
|                              |  | Geringe Freigabezeiten   | Prüfung der Freigabezeiten, ...   |
|                              |  | ...  | ...   |
|                              | Überschreitung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittels          | Verkehrliche Überlastung   | Geschwindigkeitsbeschränkung, Einrichtung von Überholverbot, Einsatz einer verkehrs- bzw. situations-abhängigen Steuerung, Einrichtung einer Umlenkung, Einrichtung einer Sperrung, Einrichtung einer Zuflusssteuerung, ...       |
|                              |  | Hohe/geringe Umlaufzeit  | Prüfung der Umlaufzeit, ...   |
|                              |  | Geringe Freigabezeiten   | Prüfung der Freigabezeiten, ...   |
|                              |  | ...  | ...   |
|                              | Überschreitung der Überschreitungstage für NO <sub>2</sub> | Verkehrliche Überlastung   | Geschwindigkeitsbeschränkung, Einrichtung von Überholverbot, Einsatz einer verkehrs- bzw. situations-abhängigen Steuerung, Einrichtung einer Umlenkung, Einrichtung einer Sperrung, Einrichtung einer Zuflusssteuerung, ...       |
|                              |  | Hohe/geringe Umlaufzeit  | Prüfung der Umlaufzeit, ...   |
|                              |  | Geringe Freigabezeiten   | Prüfung der Freigabezeiten, ...   |
|                              |  | ...  | ...   |
|                              | ...  | ...  | ...   |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)



(Fortsetzung)

| Zielfeld/<br>Fehlerkategorie              | Potenzielle Fehler                                    | Mögliche Ursache   | Vorbeugungsmaßnahmen <sup>1</sup>   |
|---|---|--|---|
| Verkehrsablauf                            | Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV  | Verkehrliche Überlastung                                       | Einrichtung von Überholverbot, Einsatz einer verkehrs- bzw. situationsabhängigen Steuerung, Einrichtung einer Umlenkung, Einrichtung einer Sperrung, Einrichtung einer Zuflussteuerung, ... |
|   |   | Hohe/geringe Umlaufzeit  | Prüfung der Umlaufzeit, Einsatz einer verkehrs- bzw. situationsabhängigen Steuerung, ...  |
|   |   | Geringe Freigabezeit IV und/oder ÖV                            | Prüfung der Freigabezeiten, Einsatz einer verkehrs- bzw. situationsabhängigen Steuerung, ...  |
|   |   | Bei Grünen Wellen:   |   |
|   |   | ▪ Unterschiedliche Umlaufzeiten an KP                          | Prüfung der Umlaufzeiten, ...   |
|   |   | ▪ Verkehrliche Überlastung                                     | Einrichtung von Überholverbot, Einrichtung einer Umlenkung, Einrichtung einer Sperrung, Einrichtung einer Zuflussteuerung, ...  |
|   |   | ▪ Geringe Versatzzeit  | Prüfung der Versatzzeiten, ...  |
|   | Überschreitung der maximalen Wartezeit für FG und Rad | Fehlerhafte Detektordaten                                      | Berücksichtigung von Ersatzmaßnahmen (abhängig von Detektorfunktion), Wartung des Detektors, ...  |
|   |   | ...  | ...   |
|   |   | Hohe Umlaufzeit  | Prüfung der Umlaufzeit, ...   |
|   |   | Geringe Freigabezeit FG und/oder Rad                           | Prüfung der Freigabezeiten, Prüfung der Mindestfreigabezeiten, ...  |
|   |   | Fehlerhafte Detektordaten                                      | Berücksichtigung von Ersatzmaßnahmen (abhängig von Detektorfunktion), Wartung des Detektors, ...  |
|   | ...   | Unangepasste Signalisierung von hintereinanderliegenden Furten | Einrichtung einer simultanen oder progressiven Signalisierung der Furten, ...   |
|   |   | ...  | ...   |
|   |   | ...  | ...   |
| Wirtschaftlichkeit/<br>Betriebssicherheit | Hohe Ausfallhäufigkeit                                | Ausfall einzelner Anlagenkomponenten                           | Berücksichtigung von Ersatzmaßnahmen, Wartung der LSA-Komponenten, Ersetzen der LSA-Komponenten, ...  |
|   |   | Fehlerhafte Funktion einzelner Anlagenkomponenten              | Berücksichtigung von Ersatzmaßnahmen (abhängig von LSA-Komponente), Wartung der LSA-Komponenten, ...  |
|   |   | ...  | ...   |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Zielfeld/<br>Fehlerkategorie              | Potenzielle Fehler           | Mögliche Ursache                        | Vorbeugungsmaßnahmen <sup>1</sup>   |
|---|------------------------------|---|---|
| Wirtschaftlichkeit/<br>Betriebssicherheit | Schlechter<br>Anlagenzustand | Ausfall einzelner<br>Anlagenkomponenten | Berücksichtigung von Ersatz-<br>maßnahmen, Wartung der LSA-<br>Komponenten, Prüfung der<br>Stromversorgung, Ersetzen der LSA-<br>Komponenten, ... |
|   |                              | Veraltete<br>Anlagenkomponenten         | Wartung der LSA-Komponenten,<br>Ersetzen der LSA-Komponenten, ...   |
|   |                              | ....                                    | ...   |
|   | ...                          | ...                                     | ...   |

<sup>1</sup> aufsteigend nach Umsetzungsaufwand sortiert

<sup>2</sup> Die Maßnahme gilt für alle genannten Ursachen.

Legende:

FG: Fußgängerverkehr

IV: Individualverkehr

LSA: Lichtsignalanlage

ÖV: Öffentlicher Verkehr

Rad: Radverkehr

Tabelle 11: Potenzielle Fehler und deren Vorbeugungsmaßnahmen

Wie in Tabelle 11 zu sehen ist, können im Rahmen des Betriebs der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung zahlreiche anlagen- oder auch verkehrstechnischbedingte Ursachen dazu führen, dass die Qualität hinsichtlich der Verkehrssicherheit, der Umweltverträglichkeit, des Verkehrsablaufs und der Wirtschaftlichkeit/Betriebssicherheit nicht eingehalten werden kann. So haben bspw. defekte Anlagenkomponenten (z. B. Detektoren, Signalgeber, akustische Signale, Steuergerät und Anforderungstaster) und Berechnungsfehler bei den Zwischenzeiten oder den Signalprogrammelementen (z. B. Umlaufzeit, Freigabezeit und Phasenfolge) einen negativen Einfluss auf die Qualität der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung, den es zu vermindern oder zu vermeiden gilt.

Dabei ist anzumerken, dass einige der in Tabelle 12 aufgeführten möglichen Ursachen auf mehrere potenzielle Fehler bzw. auf die Überschreitung der maßgebenden Qualitätsmerkmale einwirken. Als ein Beispiel kann eine unangepasste Signalisierung von hintereinanderliegenden Fußgängerfurten genannt werden. Diese führt zu einer Erhöhung der Wartezeiten für Fußgänger, was gleichzeitig auch zu einem vermehrten Laufen gegen Rot bewirkt und damit das Unfallrisiko erhöht. Das bedeutet zudem, dass einige der Vorbeugungsmaßnahmen mehrere potenzielle Fehler beeinflussen und somit ggf. weitere Vorbeugungsmaßnahmen hinfällig sind. Dem Vorzug sollten den Maßnahmen geben werden, die im Vergleich zu anderen Vorbeugungsmaßnahmen bei gleichem Umsetzungsaufwand mehrere Fehler ansprechen.

Abschließend ist festzuhalten, dass Verkehrsunfälle auch vermehrt aus menschlichem Fehlverhalten oder auch aus dem Ausfall einzelner Fahrzeugkomponenten (z. B. Bremsen) resultieren können. Diesen Gründen ist im Rahmen des Betriebs der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung kaum vorzubeugen. Ansätze hierzu sind eher in der verkehrsrechtlichen Erziehung und in der Automobilindustrie zu sehen.

Eine besonders wirkungsvolle Vorbeugungsmaßnahme stellt jedoch eine sorgfältig ausgeführte Planung sowie Realisierung der Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung dar. Potenzielle Fehler im Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung können durch die besondere Sorgfalt und Aufmerksamkeit des Planers sowie des Erbauers der einzelnen Anlagen verhindert werden.

### **Arbeitsschritt OL3**

*Fügen Sie den Vorbeugungsmaßnahmen innerhalb des Betriebs der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung ggf. weitere in Ihren Aufgabenbereich erforderliche Vorbeugungsmaßnahmen hinzu.*

*Entscheiden Sie, welche Fehler im Rahmen der einzelnen Prozesse innerhalb des Betriebs der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung potenziell auftreten können und welche Fehler verhindert werden sollten. Wählen Sie anschließend die Vorbeugungsmaßnahmen aus, welche mit Ihren verfügbaren Ressourcen durchgeführt werden können. Dokumentieren Sie die Durchführung der einzelnen Vorbeugungsmaßnahmen und die sich daraus ergebenden Ergebnisse. Bewerten Sie die Maßnahmen dahingehend, ob diese zur Vorbeugung des Fehlers bzw. zur Beseitigung der möglichen Ursache beigetragen haben.*

## **2.2.4. Ergreifung von Überwachungsmaßnahmen**

Um die Qualität der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung sowie der einzelnen Prozesse überwachen bzw. messen zu können, sind Maßnahmen zu bestimmen und durchzuführen, welche die in Kapitel 2.1.3 genannten Qualitätsmerkmale bezüglich der Sicherheit, Mobilität, Umwelt sowie Wirtschaftlichkeit ermitteln.

Bereits in FGSV (2014B) und FGSV (2015B) werden empfohlene Arbeitsschritte für ein Qualitätsmanagement von Lichtsignalanlagen im laufenden Betrieb beschrieben. Dabei sind zunächst im Zuge einer verkehrsnetzbezogenen Gesamtbetrachtung u. a. eine flächendeckende Unfallanalyse und eine flächendeckende Bewertung der Qualität des Verkehrsablaufs durchzuführen, um die näher zu untersuchenden Knotenpunkte zu identifizieren und zu priorisieren. Für die ermittelten kritischen Knotenpunkte wird schließlich eine Qualitätsanalyse in Bezug auf die Verkehrssicherheit, den Verkehrsablauf und die Betriebssicherheit empfohlen. Daneben werden Angaben zur Häufigkeit der Durchführung der jeweiligen Arbeitsschritte gegeben. So ist gemäß FGSV (2015B) u. a. „für die regelmäßigen Untersuchungen [...] ein ein- bis zweijähriger Turnus [anzustreben], wobei für einige Schritte des Qualitätsmanagements größere zeitliche Abstände ausreichend sind.“

Darüber hinaus stellen die Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung ein Untersuchungsgegenstand im Rahmen von Verkehrsschauen (vgl. FGSV, 2007B) und Sicherheitsaudits (vgl. FGSV, 2002A) dar. Gemäß FGSV (2007B) werden in der Regel-Verkehrsschau die Lichtsignalanlagen u. a. hinsichtlich der eigentlichen Notwendigkeit, des Standorts, des Zustands und der Widerspruchsfreiheit überprüft. Dabei sind „Regel-Verkehrsschauen [...] innerorts auf Hauptverkehrsstraßen und außerorts auf Bundes-, Landes-/Staats- und Kreisstraßen sowie Bundesautobahnen alle 2 Jahre erforderlich. Auf den übrigen Gemeindestraßen und Nebenstraßen innerorts und außerorts sind spätestens alle 4 Jahre Verkehrsschauen erforderlich.“ (FGSV, 2007B) Zusätzlich zu der Regel-Verkehrsschau wird innerhalb der Nachtverkehrsschauen, welche alle vier Jahre durchgeführt werden sollten, die Erkennbarkeit von Verkehrseinrichtungen bei Dunkelheit überprüft werden. „Dazu gehört die Prüfung einer möglichen Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit durch Lichtquellen des Straßenumfeldes und innerorts die Prüfung einer ausreichenden Beleuchtung der Fahrbahn sowie der Rad- und Gehwege. Fußgängerüberwegen und anderen Stellen mit häufigen Fußgänger- oder Radfahrerüberquerungen soll besonderes Augenmerk gewidmet werden.“ (FGSV, 2007B) Die Belange von Fußgängern und Radfahrern bei Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung werden zudem auch im Zuge von Sicherheitsaudits an Straßen berücksichtigt. Neben der Prüfung der Notwendigkeit und der Erkennbarkeit von Lichtsignalanlagen werden u. a. die Aufstellmöglich-

keiten für Linksabbieger, die Grünzeiten und die Beeinträchtigung der Signalgeber durch Sonnenlichteinfall mittels Checklisten innerhalb des Sicherheitsaudits überprüft. (FGSV, 2002A)

Neben diesen übergeordneten Ansätzen zur Qualitätsprüfung können zur Ermittlung der Qualität der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung auch Einzelmaßnahmen herangezogen werden, welche die in Kapitel 2.1.3 definierten Qualitätsmerkmale ermitteln. In Tabelle 12 sind die maßgebenden Qualitätsmerkmale sowie die Maßnahmen zu ihrer Ermittlung bzw. Überwachung gegenübergestellt. Die Wahl für eine Überwachungsmaßnahme sollte anhand der eigenen technischen und finanziellen Ressourcen im Aufgabenbereich getroffen werden. Eine Hilfestellung soll dabei Tabelle 12 geben, worin die Überwachungsmaßnahmen nach ihren jeweiligen geschätzten Umsetzungsaufwand aufsteigend sortiert worden sind.

| Zielfeld              | Qualitätsmerkmal                        | Überwachungsmaßnahmen <sup>1</sup>                      |
|-----------------------|---|---|
| Verkehrssicherheit    | Unfallhäufungen                         | Übernahme von Unfalldaten der Unfallkommission          |
|                       |   | Ermittlung der Unfallhäufungen                          |
|                       |   | ...   |
|                       | Unfallkostenrate                        | Ermittlung der Raten zur Sicherheitsbewertung           |
|                       |   | ...   |
|                       | Unfallkostendichte                      | Ermittlung der Dichten zur Sicherheitsbewertung         |
|                       |   | ...   |
| Umweltverträglichkeit | Beurteilungspegel                       | Übernahme der Daten vom Umweltbundesamt                 |
|                       |   | Berechnung des Beurteilungspegels $L_r$                 |
|                       |   | Messungen der Immissionen                               |
|                       |   | ...   |
|                       | NO <sub>2</sub> -Jahresmittel           | Übernahme der Daten vom Umweltbundesamt                 |
|                       |   | Abschätzung straßenverkehrsseitiger Immissionen         |
|                       |   | Messungen der Immissionen                               |
|                       |   | ...   |
|                       | Überschreitungstage für NO <sub>2</sub> | Übernahme der Daten vom Umweltbundesamt                 |
|                       |   | Abschätzung straßenverkehrsseitiger Immissionen         |
|                       |   | Messungen der Immissionen                               |
|                       |   | ...   |
|                       | ...                                     | ...   |
| Verkehrsablauf        | mittlere Wartezeit für IV               | Ermittlung und Bewertung der mittleren Wartezeit für IV |
|                       |   | Messungen vor Ort                                       |
|                       |   | Messfahrten   |
|                       |   | ...   |
|                       | mittlere Wartezeit für ÖV               | Ermittlung und Bewertung der mittleren Wartezeit für ÖV |
|                       |   | Messungen vor Ort                                       |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Zielfeld                                  | Qualitätsmerkmal           | Überwachungsmaßnahmen <sup>1</sup>                              |
|---|----------------------------|---|
| Verkehrsablauf                            | mittlere Wartezeit für ÖV  | Messfahrten   |
|   |                            | ...   |
|   | maximale Wartezeit für FG  | Ermittlung und Bewertung der maximalen Wartezeit für FG und Rad |
|   |                            | Messungen vor Ort   |
|   |                            | ...   |
|   | maximale Wartezeit für Rad | Ermittlung und Bewertung der maximalen Wartezeit für FG und Rad |
|   |                            | Messungen vor Ort   |
|   |                            | ...   |
|   | ...                        | ...   |
| Wirtschaftlichkeit/<br>Betriebssicherheit | Ausfallhäufigkeit          | Prüfung der Ausfallhäufigkeit der Anlagenkomponenten            |
|   |                            | ...   |
|   | Anlagenzustand             | Visuelle Prüfung  |
|   |                            | Prüfung des Zustands der Anlagenkomponenten                     |
|   |                            | ...   |
|   | ...                        | ...   |

<sup>1</sup> aufsteigend nach Umsetzungsaufwand sortiert

**Legende:**

FG: Fußgängerverkehr  
ÖV: Öffentlicher Verkehr

IV: Individualverkehr  
Rad: Radverkehr

LSA: Lichtsignalanlage

Tabelle 12: Qualitätsmerkmale und deren Überwachungsmaßnahmen

Eine Beschreibung der einzelnen Überwachungsmaßnahmen samt Angaben zum jeweiligen Umsetzungsaufwand und Empfehlungen zum Turnus ihrer Durchführung ist in Anhang 3.5 zu finden.

Darüber hinaus beschreibt FGSV (2015A) detailliert ein Berechnungsverfahren zur Bewertung der Qualität des Verkehrsablaufs an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlagen. Dieses Verfahren umfasst die folgenden Berechnungsschritte:

1. Bestimmung der Sättigungsverkehrsstärke,
2. Bestimmung der Kapazität (verkehrsstrom- bzw. fahstreifenbezogen),
3. Verkehrsaufteilung auf die Fahstreifen einer Zufahrt,
4. Bestimmung der Kapazität (fahstreifenbezogen),
5. Bestimmung des Auslastungsgrads,
6. Bestimmung der Wartezeit,
7. Bewertung der Wartezeit durch Zuordnung zu einer Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs,
8. Bestimmung der Rückstaulänge,
9. Beurteilung der Koordinierung einer Folge von Lichtsignalanlagen.

Im Rahmen dieses Leitfadens wird auf die einzelnen Berechnungsschritte nicht näher eingegangen. Für weitergehende Informationen wird daher auf FGSV (2015A) verwiesen.

#### **Arbeitsschritt OL4**

*Fügen Sie den Überwachungsmaßnahmen innerhalb des Betriebs der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung ggf. weitere in Ihren Aufgabenbereich erforderliche Überwachungsmaßnahmen hinzu.*

*Überlegen Sie anschließend, ob Sie durch externe Quellen Daten für die einzelnen Qualitätsmerkmale der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung erhalten können, ohne selbst eine Messung durchführen zu müssen.*

*Sollten Sie selbst eine Messung der festgelegten Qualitätsmerkmale durchführen müssen oder wollen, wählen Sie entsprechend dem zu erfassenden Qualitätsmerkmal die Überwachungsmaßnahme aus, welche mit Ihren verfügbaren Ressourcen durchgeführt werden kann. Dokumentieren Sie die Durchführung der einzelnen Überwachungsmaßnahmen und die sich daraus ergebenden Ergebnisse. Bewerten Sie die Maßnahmen hinsichtlich der Genauigkeit der ermittelten Kennwerte und des entstandenen Umsetzungsaufwands in Ihrem Aufgabenbereich.*

*Nach der Durchführung der einzelnen Überwachungsmaßnahmen vergleichen Sie die ermittelten Kennwerte mit den in Kapitel 2.1.3 genannten Grenzwerte für das jeweilige Qualitätsmerkmal und geben Sie an, ob die gewünschte bzw. geforderte Qualität der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung erreicht werden konnte. Zeigen Sie ggf. die aufgetretenen Fehler bzw. Abweichungen bei den einzelnen Qualitätsmerkmalen auf.*

### **2.2.5. Ergreifung von Korrekturmaßnahmen**

Zur Korrektur eines durch die getroffenen Überwachungsmaßnahmen erkannten Fehlers bzw. einer Abweichung von den festgelegten Zielen und Anforderungen an die Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung sind Maßnahmen zu ergreifen, die dessen Ursache beseitigen.

Bereits in FGSV (2014B) und FGSV (2015B) werden mögliche Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung beschrieben, welche die im Zuge des Qualitätsmanagements für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung im laufenden Betrieb ermittelten Mängel (vgl. Kapitel 2.2.4) beheben sollen. Diese Maßnahmen werden im Rahmen dieses QM-Leitfadens aufgegriffen. Um geeignete Verbesserungsmaßnahmen identifizieren zu können, werden weitere Arbeitsschritte im Qualitätsmanagement aufgeführt. So sind zunächst eine Analyse der identifizierten Mängelursachen und eine Zusammenstellung eines Katalogs von möglichen Verbesserungsmaßnahmen durchzuführen. Basierend auf einer qualitativen Abwägung der einzelnen Maßnahmenaufwände und des erwartenden Nutzens werden schließlich diese Maßnahmen bewertet und geeignete Maßnahmen für eine konkrete Umsetzungsplanung ausgewählt.

Neben diesem Ansatz zur Identifikation der Mängelursachen und zu deren Behebung geeigneter Verbesserungs- bzw. Korrekturmaßnahmen können Maßnahmen auch direkt bestimmten möglichen bzw. potenziellen Fehler zugeordnet werden. In Tabelle 13 sind den potenziellen Fehlern ihre möglichen Ursachen (vgl. Kapitel 2.2.3) und Maßnahmen zu ihrer Verbesserung bzw. Korrektur gegenüberstellt. Die angeführten möglichen Ursachen gelten dabei an sowohl an Kreuzungen und Einmündungen als auch für Querungsanlagen an Bahnkörpern, Furten und Haltestellen (z. B. Haltestelleninseln). Die Wahl für eine oder mehrere Korrekturmaßnahmen sollte anhand der eigenen technischen und finanziellen Ressourcen im Aufgabenbereich getroffen werden. Eine Hilfestellung soll dabei Tabelle 13 geben, worin die Korrekturmaßnahmen nach ihren jeweiligen geschätzten Umsetzungsaufwand aufsteigend sortiert worden sind.

Eine Beschreibung der einzelnen Korrekturmaßnahmen samt Angaben zum jeweiligen Umsetzungsaufwand und Empfehlungen zum Turnus ihrer Durchführung ist in Anhang 3.6 zu finden.

| Zielfeld/<br>Fehlerkategorie | Potenzielle Fehler   | Mögliche Ursache  | Korrekturmaßnahmen <sup>1</sup>   |
|------------------------------|--|---|---|
| Verkehrssicherheit           | Unfallhäufungen  | Hohe Anzahl von Verkehrsunfällen <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fahrnfall</li><li>▪ Abbiegeunfall</li><li>▪ Einbiegen/Kreuzen-Unfall</li><li>▪ Überschreiten-Unfall</li><li>▪ Sonstiger Unfall</li></ul> | Anpassung der Zwischenzeiten, Parameteranpassung, strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, bauliche Maßnahmen, Änderungen der verkehrsplanerischen und strategischen Rahmenbedingungen, ...               |
|                              | Überschreitung der Unfallkostenrate                        |   | ...   |
|                              |  |   | Anpassung der Vorgabezeiten, Maßnahmen gemäß FGSV (2001B), ...  |
|                              | Überschreitung der Unfallkostendichte                      |   | Maßnahmen gemäß FGSV (2001B), ...   |
|                              |  |   | Anpassung der Vorgabezeiten, ...  |
|                              |  |   | ...   |
|                              | ...  | ...   | ...   |
| Umweltverträglichkeit        | Überschreitung des Immissionsgrenzwerts für Lärm           | Verkehrliche Überlastung  | strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, Einrichtung eines Überholverbots, Geschwindigkeitsbeschränkung, Änderungen der verkehrsplanerischen und strategischen Rahmenbedingungen, bauliche Maßnahmen, ... |
|                              |  | Hohe/geringe Umlaufzeit   | Parameteranpassung, strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, ...  |
|                              |  | Geringe Freigabezeiten  | Parameteranpassung, strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, ...  |
|                              |  | ...   | ...   |
|                              | Überschreitung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittels          | Verkehrliche Überlastung  | strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, Einrichtung eines Überholverbots, Geschwindigkeitsbeschränkung, Änderungen der verkehrsplanerischen und strategischen Rahmenbedingungen, bauliche Maßnahmen, ... |
|                              |  | Hohe/geringe Umlaufzeit   | Parameteranpassung, strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, ...  |
|                              |  | Geringe Freigabezeiten  | Parameteranpassung, strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, ...  |
|                              |  | ...   | ...   |
|                              | Überschreitung der Überschreitungstage für NO <sub>2</sub> | Verkehrliche Überlastung  | strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, Einrichtung eines Überholverbots, Geschwindigkeitsbeschränkung, Änderungen der verkehrsplanerischen und strategischen Rahmenbedingungen, bauliche Maßnahmen, ... |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Zielfeld/<br>Fehlerkategorie | Potenzielle Fehler   | Mögliche Ursache   | Korrekturmaßnahmen <sup>1</sup>   |
|------------------------------|--|--|---|
| Umweltverträglichkeit        | Überschreitung der Überschreitungstage für NO <sub>2</sub> | Hohe/geringe Umlaufzeit  | Parameteranpassung, strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, ...  |
|                              |  | Geringe Freigabezeiten   | Parameteranpassung, strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, ...  |
|                              |  | ...  | ...   |
|                              | ...  | ...  | ...   |
| Verkehrsablauf               | Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV       | Verkehrliche Überlastung                                       | strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, Einrichtung eines Überholverbots, Änderungen der verkehrsplanerischen und strategischen Rahmenbedingungen, bauliche Maßnahmen, ... |
|                              |  | Hohe/geringe Umlaufzeit  | Parameteranpassung, strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, ...  |
|                              |  | Geringe Freigabezeit IV und/oder ÖV                            | Parameteranpassung, strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, ...  |
|                              |  | Bei Grünen Wellen:   |   |
|                              |  | ▪ Unterschiedliche Umlaufzeiten an KP                          | Parameteranpassung, strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, ...  |
|                              |  | ▪ Verkehrliche Überlastung                                     | strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, Einrichtung eines Überholverbots, Änderungen der verkehrsplanerischen und strategischen Rahmenbedingungen, bauliche Maßnahmen, ... |
|                              |  | ▪ Geringe Versatzzeit  | Parameteranpassung, strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, ...  |
|                              | Überschreitung der maximalen Wartezeit für FG und Rad      | Fehlerhafte Detektordaten                                      | Berücksichtigung von Ersatzmaßnahmen, ...   |
|                              |  | ...  | ...   |
|                              |  | Hohe Umlaufzeit  | strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, Änderungen der verkehrsplanerischen und strategischen Rahmenbedingungen, bauliche Maßnahmen, ...                                   |
|                              |  | Geringe Freigabezeit FG und/oder Rad                           | Parameteranpassung, strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, ...  |
|                              |  | Fehlerhafte Detektordaten                                      | Berücksichtigung von Ersatzmaßnahmen, ...   |
|                              |  | Unangepasste Signalisierung von hintereinanderliegenden Furten | Einrichtung einer simultanen oder progressiven Signalisierung der Furten, strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung, ...  |
|                              |  | ...  | ...   |
|                              | ...  | ...  | ...   |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)



(Fortsetzung)

| Zielfeld/<br>Fehlerkategorie              | Potenzielle Fehler           | Mögliche Ursache  | Korrekturmaßnahmen <sup>1</sup>   |
|---|------------------------------|---|---|
| Wirtschaftlichkeit/<br>Betriebssicherheit | Hohe<br>Ausfallhäufigkeit    | Ausfall einzelner<br>Anlagenkomponenten                   | Ergreifung von Ersatzmaßnahmen,<br>strukturelle Änderungen der<br>Verkehrssteuerung, Anpassungen an<br>den Anlagen, Ersetzen der LSA-<br>Komponenten, ... |
|   | Schlechter<br>Anlagenzustand | Fehlerhafte Funktion<br>einzelner Anlagen-<br>komponenten | Ergreifung von Ersatzmaßnahmen,<br>Ersetzen der LSA-Komponenten, ...  |
|   |                              | ...   | ...   |
|   |                              | Ausfall einzelner<br>Anlagenkomponenten                   | Ergreifung von Ersatzmaßnahmen,<br>strukturelle Änderungen der<br>Verkehrssteuerung, Anpassungen an<br>den Anlagen, Ersetzen der LSA-<br>Komponenten, ... |
|   |                              | Veraltete<br>Anlagenkomponenten                           | Anpassungen an den Anlagen,<br>Ersetzen der LSA-Komponenten, ...  |
|   |                              | ....  | ...   |
|   | ...                          | ...   | ...   |

<sup>1</sup> aufsteigend nach Umsetzungsaufwand sortiert

<sup>2</sup> Die Maßnahme gilt für alle genannten Ursachen.

Legende:

FG: Fußgängerverkehr

IV: Individualverkehr

LSA: Lichtsignalanlage

ÖV: Öffentlicher Verkehr

Rad: Radverkehr

Tabelle 13: Potenzielle Fehler und deren Korrekturmaßnahmen

Neben den in Tabelle 13 aufgeführten Korrekturmaßnahmen für die Störung bzw. den Ausfall einzelner Komponenten der Lichtsignalanlagen, wie Signalgeber oder Steuergerät, sind zudem auch Maßnahmen vorzusehen, wenn die Lichtsignalanlagen an einen Verkehrsrechner angeschlossen sind. Wenn „[...] der Verkehrsrechner aufgrund einer Störung seine Aufgaben nicht wahrnehmen [kann], sind je nach Systemkonfiguration und Steuerungsart unterschiedliche Aktionen auszuführen. Bei allen Störungsarten sind folgende Schritte auszuführen:

- Meldung der Störung,
- Störungsbeseitigung und Wiederaufnahme des Betriebs sowie
- Meldung der Wiederaufnahme des Betriebs. [...]

Während der Dauer der Rechnerstörung ist dafür zu sorgen, dass an möglichst vielen angeschlossenen Lichtsignalanlagen die dort jeweils auszuführenden Funktionen der Steuerung gewährleistet bleiben. Das kann, z. B. bei dezentraler Steuerung, durch eine Funkuhr geschehen. In anderen Fällen lässt sich durch den zusätzlichen Einbau von Hardwarekomponenten ein örtliches Signal-Notprogramm schalten. Bei sehr hohen Anforderungen an die Sicherung der lokalen Verkehrssteuerung muss ein Ersatzrechner ständig betriebsbereit sein.“ (FGSV, 2001A)

Zur Prüfung der Wirkungsweise der einzelnen Korrekturmaßnahmen sind „Wirkungskontrollen [...] nach der Anwendung von Maßnahmen durchzuführen. Daher können über die turnusmäßigen Qualitätsprüfungen hinaus Untersuchungen in kürzeren Abständen, erstmals kurz nach Umsetzung der Maßnahmen, notwendig sein. Dabei sind die Kenngrößen für die Qualitäten der Verkehrsabläufe zu ermitteln und mit den Zielwerten sowie den entsprechenden Werten vor der

Umsetzung der Maßnahmen zu vergleichen. Wird festgestellt, dass die Qualitätsziele nicht erreicht werden oder in Folge der Maßnahmen an anderer Stelle Mängel auftreten, so sind Verbesserungen vorzunehmen.“ (FGSV, 2014B; FGSV, 2015B) „Die Ergebnisse der Untersuchungen sind zu dokumentieren und in geeigneter Weise für künftige Maßnahmenentscheidungen bereitzuhalten.“ (FGSV, 2014B)

#### **Arbeitsschritt QL5**

*Fügen Sie den Korrekturmaßnahmen innerhalb des Betriebs der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung ggf. weitere in Ihren Aufgabenbereich erforderliche Korrekturmaßnahmen hinzu.*

*Ermitteln Sie anschließend die Ursache für die im Arbeitsschritt QL4 erkannten Fehler bzw. Abweichungen. Wählen Sie anschließend entsprechend der ermittelten Ursachen die Korrekturmaßnahmen aus, welche mit Ihren verfügbaren Ressourcen durchgeführt werden können. Dokumentieren Sie die Durchführung der einzelnen Korrekturmaßnahmen und die sich daraus ergebenden Ergebnisse. Bewerten Sie die Maßnahmen hinsichtlich des entstandenen Umsetzungsaufwands in Ihrem Aufgabenbereich und stellen Sie sicher, dass die gewünschte bzw. geforderte Qualität der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung mittels der Korrekturmaßnahmen erreicht werden konnte. Sie können dazu ggf. eine weitere Messung des entsprechenden Qualitätsmerkmals gemäß Arbeitsschritt QL4 durchführen.*

---

## 2.3. Qualitätssicherung

Innerhalb der Qualitätssicherung soll in der *Betriebsphase* Vertrauen in die *Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* geschaffen werden. Dazu werden die geplanten und ausgeführten Tätigkeiten sowie die erreichten Ergebnisse bzw. Qualitätsziele mittels einer Dokumentation (Qualitätsbericht) festgehalten und dem Nutzer eines Verkehrssystems bzw. den Verkehrsteilnehmer zugänglich gemacht. Zudem wird für die Verkehrsteilnehmer Raum geschaffen, ihre Anforderungen an die *Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* kontinuierlich mitzuteilen. Darüber hinaus sind Festlegungen hinsichtlich internen und externen Audits vorzunehmen, um die Funktionsfähigkeit des Qualitätsmanagements sicherzustellen.

### 2.3.1. Erstellung einer Dokumentation

Um die Qualität, welche aufgrund der durchgeführten Prozesse und Tätigkeiten, wie bspw. den Vorbeugungs- und Korrekturmaßnahmen, erreicht werden konnte, belegbar zu machen, ist diese in Form eines Qualitätsberichts regelmäßig zu dokumentieren (Reporting). Diese Art der Dokumentation bildet zum einen eine Grundlage zur Abwägung und Entscheidung von Handlungskonzepten sowie Maßnahmen, welche *Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* betreffen. Zum anderen kann dadurch die Kommunikation zwischen den fachlich Verantwortlichen, der Politik sowie der Öffentlichkeit verbessert und somit die Akzeptanz von Maßnahmen in der Öffentlichkeit erhöht werden.

Eine wesentliche Grundlage für einen Qualitätsbericht für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung stellt allerdings ein klares Informationsmanagement dar, in dem „alle Unterlagen, die zur Analyse benötigt werden, auf einem aktuellen Stand und zentral verfügbar sind.“ (FGSV, 2015B) So ist es gemäß FGSV (2015B) Aufgabe des Betreibers „über jede Lichtsignalanlage [...] eine Dokumentation zu führen“ (vgl. Kapitel 2.1.4), welche u. a. auch „zur Klärung von Fehlern und für Rückfragen bei Straßenverkehrsunfällen“ dient. Diese Signalakte beinhaltet dabei bspw. den Signallageplan, die Signalprogramme, die Mindestsperrzeiten, die Zwischenzeitenmatrix, die Kabelpläne, die Parameterlisten, die Phasenfolgepläne und das Abnahmeprotokoll. „Die durch Stilllegung, Umbau oder Erweiterung der Lichtsignalanlage überholten Unterlagen sind als „ungültig“ zu bezeichnen und in der Signalakte noch mindestens fünf Jahre lang aufzubewahren.“ (FGSV, 2015B)

Daneben „müssen im Knotenpunktgerät [...] für den Instandhalter jederzeit zugänglich“ u. a. der Signallageplan, die Zwischenzeitenmatrix, die elektrotechnischen Unterlagen und das Datum der Inbetriebnahme der Signalzeitenpläne hinterlegt werden. (FGSV, 2015B)

Auf Basis der beschriebenen Unterlagen kann schließlich ein Qualitätsbericht zur Dokumentation der Qualität bzw. des Qualitätsmanagements für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung angefertigt werden. Im Bereich Verkehrsablaufs bietet bereits FGSV (2015A) eine Dokumentation für das Berechnungsverfahren zur Bewertung der Qualität des Verkehrsablaufs an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlagen (vgl. Kapitel 2.2.4) in Form von Formblätter (S4-1 bis S4-4) an, welche als Qualitätsbericht über die Qualität des Verkehrsablaufs herangezogen werden können.

In Bezug auf die Dokumentation der Qualität im Bereich der Verkehrssicherheit an Lichtsignalanlagen wird nach FGSV (2007B) im Rahmen der „Verkehrsschau [...] durch die Straßenverkehrsbehörde ein Ergebnisprotokoll [an]gefertigt, das schon während der Fahrt zwischen den Teilnehmern abgestimmt werden sollte.“ In dieses Protokoll werden neben der Art der Verkehrsschau sowie die Namen der Teilnehmer mit Dienststelle auch zu jedem behandelten Mangel folgende Punkte vermerkt:

- genaue Ortsangaben,
- festgestellter Befund,
- Anordnung/Beschlüsse mit Begründung,
- für die Durchführung der Maßnahme verantwortliche Stellen,
- abweichende Auffassungen und weiterer Klärungsbedarf.

(FGSV, 2007B)

Des Weiteren „sind alle Abweichungen vom Normalbetrieb und alle Besonderheiten mit Datum und Uhrzeit zu registrieren. Insbesondere sind festzuhalten: u.a. Störungen und Beschädigungen der Lichtsignalanlagen. Es ist zweckmäßig, alle Instandhaltungs- und Störungsbeseitigungsnachweise zentral zu erfassen.“ (FGSV, 2015B) Dies kann zweckmäßigerweise im Rahmen eines Wartungsbuch festgehalten, welches somit eine Art Qualitätsbericht für die Betriebssicherheit darstellt.

Auskunft über die Situation hinsichtlich Luft- und Lärmbelastungen in einem Plangebiet geben Luftreinhaltepläne (vgl. FGSV, 2011A) und Lärminderungspläne (vgl. FGSV, 2011B). So beinhalten diese bspw. die räumliche Verteilung der Luftbelastung und von Grenzwertüberschreitungen, Gründe für Grenzwertüberschreitungen und eine Maßnahmenplanung zur Einhaltung der Grenzwerte.

Diese angeführten Dokumentationen sind in einen gemeinsamen Qualitätsbericht zum Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung zusammenzuführen. Dabei kann dieser sich lediglich eine Lichtsignalanlage und Lichtsignalsteuerung in einem Streckenabschnitt oder auf alle Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerungen in einem Stadtgebiet beziehen. In Bild 14 ist ein Vorschlag für die Gliederung des Qualitätsberichts aufgeführt, welcher ggf. um weitere Punkte erweitert werden kann.

- 1. Zuständige Behörde**
- 2. Leitbild**
- 3. Qualitätsziele**
  - 3.1 Verkehrssicherheit
  - 3.2 Umweltverträglichkeit
  - 3.3 Verkehrsablauf
  - 3.4 Wirtschaftlichkeit/Betriebssicherheit
- 4. Wirkungskontrolle der durchgeführten Vorbeugungs- und Korrekturmaßnahmen**
  - 4.1 Beschreibung der Vorbeugungs- und Korrekturmaßnahmen
  - 4.2 Bewertung der Vorbeugungs- und Korrekturmaßnahmen
  - 4.3 Schlussfolgerungen
- 5. Darstellung der aktuellen Qualitätssituation *in/an* ...**
  - 5.1 Verkehrssicherheit
  - 5.2 Umweltverträglichkeit
  - 5.3 Verkehrsablauf
  - 5.4 Wirtschaftlichkeit/Betriebssicherheit
- 6. Festlegung der zukünftigen Qualitätsziele**
  - 6.1 Verkehrssicherheit
  - 6.2 Umweltverträglichkeit
  - 6.3 Verkehrsablauf
  - 6.4 Wirtschaftlichkeit/Betriebssicherheit

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

## **7. Darstellung der geplanten Vorbeugungs- und Korrekturmaßnahmen**

7.1 Beschreibung der Vorbeugungs- und Korrekturmaßnahmen

7.2 Verortung der Vorbeugungs- und Korrekturmaßnahmen

7.3 ggf. Bildung einer Gesamtstrategie

## **8. Darstellung von Aktivitäten**

8.1 Service

8.2 Öffentlichkeitsarbeit

## **9. ...**

9.1 ...

Bild 14: Inhaltspunkte des Qualitätsberichts

Es wird empfohlen, den Qualitätsbericht in dem vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) festgelegten Turnus anzufertigen und an die zuständige Abteilung im BMVI weiterzuleiten.

### **Arbeitsschritt OS1**

*Dokumentieren Sie die Qualität der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung entsprechend der hier getätigten Vorgaben. Wählen Sie dazu ein angemessenes Format (z. B. hinsichtlich Sprache, Grafiken) und Medium (z. B. Papier, elektronisch) für die Dokumentation. Zudem können Sie bei Bedarf die oben aufgeführten möglichen Inhaltspunkte erweitern.*

### **2.3.2. Durchführung von Audits**

Im Rahmen eines Audits werden Prozesse, Aktivitäten oder Ergebnisse hinsichtlich des Grads der Erfüllung bzw. Einhaltung von definierten Anforderungen, Normen oder Standards systematisch und unabhängig geprüft. Dabei können interne und externe Audits unterschieden werden, welche sich in Bezug auf den Status des Auditors voneinander abgrenzen. Während das interne Audit von einem geschulten Mitarbeiter oder einem externen Qualitätsmanagementberater durchgeführt wird, erfolgt das externe Audit durch eine Zertifizierungsstelle. Darüber hinaus kann zusätzlich hinsichtlich des Auditgegenstands eine Unterscheidung vorgenommen werden, welche unter dem Begriff Qualitätsaudit zusammengefasst werden können:

- Systemaudit,
- Verfahrensaudit,
- Produktaudit.

Im Rahmen des Systemaudits werden das Qualitätsmanagement selbst und seine Aus- bzw. Durchführung hinsichtlich dessen Wirksamkeit und Funktionsfähigkeit überprüft. Die Durchführung des Systemaudits kann in Anlehnung an DIN EN ISO 19011:2011-12 erfolgen, welche u. a. eine Anleitung zur Umsetzung von Auditprinzipien und zur Durchführung von Audits für Qualitätsmanagementsysteme darstellt. Ihre Regelung können sowohl für interne als auch für externe Audits angewendet werden. In dem Verfahrensaudit werden hingegen die einzelnen Prozesse zum Betrieb der Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung begutachtet. Diese Überprüfung der Prozesse an sich wird grundsätzlich von den zuständigen Gremien der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen durchgeführt. In regelmäßigen Sitzungen werden die Inhalte des Technischen Regelwerks diskutiert und ggf. hinsichtlich des aktuellen Stands der Technik überarbeitet. Die Prüfung der Ausführung eines Produkts oder einer Dienstleistung im Bezug auf die Übereinstimmung mit den festgelegten Qualitätsmerkmalen erfolgt im Zuge des

Produktaudits. Hierbei ist anzumerken, dass das Produktaudit nach der Abgrenzung der Inhalte eines umfassenden Qualitätsmanagements auch als Überwachungsmaßnahme dienen kann und somit Bestandteil des Kapitels 2.2.4 ist. Darüber hinaus sind ggf. die Regelungen der „Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen“ (FGSV, 2002A) zu berücksichtigen, welche ebenfalls dem Produktaudit zugeordnet werden können.

### **Arbeitsschritt OS2**

*Benennen Sie für das Produktaudit eine zuständige Person (ggf. auch namentlich) und/oder Organisationseinheiten in Ihrem Aufgabenbereich. Bestimmen Sie zudem die an dem Audit zu beteiligten Personen und/oder Organisationseinheiten.*

*Entscheiden Sie, ob Sie das Produktaudit für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung intern oder extern durchführen lassen möchten. Analysieren und dokumentieren Sie die Ergebnisse und geben Sie diese ggf. innerhalb Ihres Aufgabenbereichs und/oder öffentlich bekannt.*

### **2.3.3. Aufbau eines Ideen- und Beschwerdemanagements**

b

Um die Probleme und Mängel bei der alltäglichen Nutzung der *Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* zu erkennen, wird den Nutzern des Verkehrssystems bzw. die Verkehrsteilnehmer im Rahmen eines Ideen- und Beschwerdemanagements die Möglichkeit gegeben, Hinweise auf Mängel aus ihrer Sicht und eigene Ideen zur Verbesserung von *Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* zu geben. (FGSV, 2007) Um ein Ideen- und Beschwerdemanagement aufbauen zu können, ist zunächst ein Ansprechpartner (Einzelperson oder Organisationseinheit) in dem jeweiligen Aufgabenbereich zu bestimmen, welcher die Ideen und Beschwerden der Verkehrsteilnehmer in jeglicher Form (per Email, Post, Telefonat oder persönlich) entgegennimmt. Dieser sollte zum einen eine soziale Kompetenz und zum anderen eine fachliche Kompetenz in Bezug auf *Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* aufweisen.

Die Grundlage für den Aufbau eines wirksamen Beschwerdemanagements stellt DIN ISO 10002:2010-05 dar, welche den Prozess der Beschwerde- bzw. Reklamationsbearbeitung beschreibt. Dieser Prozess kann grundsätzlich auch auf die Bearbeitung von Ideen und Anregungen zur Verbesserung von *Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* angewendet werden, welcher sich aus den in Tabelle 14 aufgeführten Bestandteile zusammensetzt.

| Bestandteil   | Beschreibung  |
|---------------|---|
| Kommunikation | <p>Bereitstellung von Informationen (z. B. in Form von Prospekten oder auf Internetauftritt) über die Möglichkeit zur Meldung von Ideen und Beschwerden.</p> <p>Mögliche Inhalte der Informationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ansprechpartner für Abgabe der Meldung,</li> <li>▪ Form der Meldung (z. B. durch formalisierten Ideen- und Beschwerdebogen per Post oder online)</li> <li>▪ erforderliche Angaben für Meldung,</li> <li>▪ zeitliche Fristen für Meldung,</li> <li>▪ ...</li> </ul> |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| Bestandteil                     | Beschreibung  |
|---------------------------------|---|
| Entgegennahme                   | Annahme der Meldung von Ideen und Beschwerden sowie Dokumentation zur Bearbeitung der Meldung.<br>Mögliche Inhalte der Dokumentation: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Angaben zur Person,</li> <li>▪ betreffendes Produkt oder betreffende Dienstleistung,</li> <li>▪ Beschreibung der Ideen und Beschwerden,</li> <li>▪ Zeitpunkt für mögliche Antwort bzw. Stellungnahme,</li> <li>▪ ...</li> </ul>                          |
| Rückverfolgung                  | Gewährleistung einer Rückverfolgbarkeit der Meldung von Ideen und Beschwerden während des gesamten Bearbeitungsprozesses.   |
| Bestätigung                     | Bestätigung über Erhalt der Meldung von Ideen und Beschwerden gegenüber der Person, welche Meldung eingereicht hat.   |
| Anfangsbewertung                | Bewertung der Meldung von Ideen und Beschwerden hinsichtlich Erheblichkeit, Komplexität, Auswirkungen, unmittelbarem Handlungsbedarf und möglichen Sofortmaßnahmen.   |
| Ermittlung                      | Klassifizierung und Analyse der eingehenden Beschwerden zur Identifikation von systematisch oder einmalig auftretenden Probleme und Mängel.<br>Untersuchung der Umstände und möglichen Ursachen, die zu der betreffenden Beschwerde geführt haben.<br>Entscheidung über Umgang mit Ideenvorschlag und über mögliche Korrekturmaßnahmen.   |
| Stellungnahme                   | Entwicklung von Leitlinien und Verhaltensregeln für die Ideen- und Beschwerdebeantwortung.<br>Angebot einer Stellungnahme bezüglich der Meldung von Ideen und Beschwerden.<br>Mögliche Inhalte der Stellungnahme: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Danksagung und ggf. Entschuldigung,</li> <li>▪ ggf. Korrekturmaßnahmen,</li> <li>▪ Vorbeugungsmaßnahmen,</li> <li>▪ Umgang mit dem Ideenvorschlag,</li> <li>▪ ...</li> </ul> |
| Bekanntmachung der Entscheidung | Bekanntgabe von im Hinblick auf die Ideen und Beschwerden getroffenen Entscheidungen gegenüber den davon betroffenen Personen oder Organisationseinheiten und der Person, welche Meldung eingereicht hat.   |
| Abschluss                       | Dokumentation der im Hinblick auf die Ideen und Beschwerden getroffenen Entscheidungen.   |

Tabelle 14: Bestandteile des Prozesses zur Ideen- und Beschwerdebearbeitung (in Anlehnung an DIN ISO 10002:2010-05)

Um das Ideen- und Beschwerdemanagement aufrechtzuerhalten und ggf. zu verbessern, sollte zum einen dessen Wirksamkeit gemäß DIN ISO 10002:2010-05 in Bezug auf die Aufdeckung der Unzufriedenheit der Kunden bzw. Verkehrsteilnehmer in regelmäßigen Abständen überprüft werden. Zum anderen sollten die Kosten- und Nutzeneffekte des Ideen- und Beschwerdemanagements zur Ermittlung von dessen Wirtschaftlichkeit abgeschätzt werden. Dies kann im Rahmen von Audits geschehen, welche von internen oder externen Personen durchgeführt werden können (vgl. Kapitel 2.3.2).

---

### **Arbeitsschritt OS3**

*Richten Sie ein Ideen- und Beschwerdemanagement ein und geben Sie dies in Ihrem Aufgabenbereich bekannt. Benennen Sie dazu zunächst einen Ansprechpartner in Form einer Person und/oder Organisationseinheit in Ihrem Aufgabenbereich. Setzen Sie anschließend die in Tabelle aufgeführten Bestandteile um und überprüfen Sie in regelmäßigen Abständen die Wirksamkeit des Ideen- und Beschwerdemanagements.*



## 2.4. Qualitätsverbesserung

Zur stetigen Verbesserung des Qualitätsmanagements in der *Betriebsphase* für *Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* sollen schließlich im Rahmen der Qualitätsverbesserung die Erkenntnisse bzw. Ergebnisse der vorangegangenen Elementen aufgegriffen und ggf. Anpassungen innerhalb der einzelnen Bestandteile durchgeführt werden. Darüber hinaus können auch Anpassungen an dem Qualitätsmanagement selbst auf der Grundlage der Erkenntnisse vorgenommen werden und kann somit als ein übergeordnetes Qualitätsmanagement (Meta-Qualitätsmanagement) ansehen werden.

### 2.4.1. Ergreifung von Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung

Um die Qualität der Prozesse bzw. Tätigkeiten und somit auch deren Ergebnisse dauerhaft sicherstellen zu können, sind in den einzelnen Bestandteilen der Qualitätsplanung, Qualitätslenkung und Qualitätssicherung Verbesserungsmaßnahmen zu ergreifen und zu dokumentieren. Diese Maßnahmen laufen im Gegensatz zu den in Kapitel 2.2.5 genannten Korrekturmaßnahmen außerhalb der kontinuierlichen Prozesse in Form einer Offline-Verbesserung ab. Grundlage für diese Art der Qualitätsverbesserung stellen Erkenntnisse über Verbesserungsmöglichkeiten dar, welche bspw. im Rahmen der Vorbeugungs-, Überwachungs- und Korrekturmaßnahmen oder der einzelnen Produktaudits gewonnen werden können oder auch aufgrund von Änderungen im Technischen Regelwerk entstehen. Sollten bspw. bestimmte Probleme oder Fehler stets wiederkehren, sind entsprechend der Ursache Verbesserungsmaßnahmen zu ergreifen.

Die möglichen Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung für *Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung* sind in Tabelle 15 zusammengestellt und mit konkreten Beispielen benannt.

| QM-Element       | Verbesserungsmaßnahme                                    | Beispiele   |
|------------------|--|---|
| Qualitätsplanung | Änderung der Ermittlung von Kundenanforderungen          | Anpassung der Befragungsverfahren, Änderung der Stichprobengrößen, ...  |
|                  | Änderung der Aufgaben und Zuständigkeiten                | Erweiterung des Aufgabenbereichs einer Person, Einführung weiterer Zuständigkeiten (z. B. bei neuer Abteilung in Straßenverkehrsbehörde), ...   |
|                  | Änderung der Prozessbeschreibung                         | Anpassung von Parametern (z. B. Änderung der Räumgeschwindigkeit für Rad), Anpassung von Mindest- oder Maximalwerten (z. B. Änderung der Mindestfreigabezeit für FG), ...   |
|                  | Änderung des Kommunikations- und Koordinationskonzepts   | Änderung des Zeitpunkts einer erforderlichen Kommunikation, Einführung weiteren Kommunikationsbedarf zwischen bestimmten Organisationseinheiten (z. B. aufgrund einer neuen Abteilung in Straßenverkehrsbehörde), ... |
|                  | ...  | ...   |
| Qualitätslenkung | Änderung der Ressourcenbereitstellung                    | Bereitstellung von zusätzlichem Personal (z. B. für neue Abteilung in Straßenverkehrsbehörde), Bereitstellung von zusätzlichen Finanzmitteln (z. B. für neue Verkehrsflusssimulationsoftware), ...                    |
|                  | Änderung der erforderlichen Qualifizierung des Personals | Weiterbildung des Personals in neuer Software (z. B. neue Verkehrsflusssimulationsoftware), Änderung des Weiterbildungsturnus, ...  |
|                  | Änderung der Vorbeugungsmaßnahme                         | Änderung des Zeitpunkts der Ergreifung der Maßnahme, Anpassung des Maßnahmenumfangs (z. B. Betrachtung eines gesamten Streckenabschnitts), ...  |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| QM-Element         | Verbesserungsmaßnahme                         | Beispiele   |
|--------------------|---|---|
| Qualitätslenkung   | Änderung der Überwachungsmaßnahme             | Änderung des Zeitpunkts der Ergreifung der Maßnahme, Änderung der Erfassungsart der Qualitätsmerkmale (z. B. Messung der Wartezeiten für IV oder ÖV), ... |
|                    | Änderung der Korrekturmaßnahme                | Änderung der erforderlichen Maßnahme, Anpassung des Maßnahmenumfangs, ...   |
|                    | ...   | ...   |
| Qualitätssicherung | Änderung der Dokumentation                    | Erweiterung des Dokumentationsumfangs (z. B. Betrachtung eines gesamten Streckenabschnitts), Änderung des Dokumentationsmediums, ...                      |
|                    | Änderung des Ideen- und Beschwerdemanagements | Personeller Ausbau des Ideen- und Beschwerdemanagements, Anpassung des Meldebogens für Ideen und Beschwerden, ...   |
|                    | ...   | ...   |

Legende:

FG: Fußgängerverkehr

IV: Individualverkehr

ÖV: Öffentlicher Verkehr

Rad: Radverkehr

Tabelle 15: Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung für *Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung*

Darüber hinaus können sich auf Grundlage der Auditergebnisse auch Änderungen innerhalb der einzelnen Bestandteile des Qualitätsmanagements herausstellen, dessen mögliche Anpassung von dem für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung zuständige Gremium geprüft werden muss.

#### **Arbeitsschritt OV1**

*Prüfen Sie, ob aufgrund von Änderungen im Technischen Regelwerk oder der Ergebnisse der Überwachungsmaßnahmen aus dem Arbeitsschritt QL4 Anpassungen in einzelnen Bestandteilen vorgenommen werden müssen. Wenn ja, wählen Sie entsprechend der Ursache Verbesserungsmaßnahmen aus der Tabelle 16 aus und setzen Sie diese in Ihrem Aufgabenbereich um. Dokumentieren Sie die umgesetzten Verbesserungsmaßnahmen und stellen Sie diese Dokumentation den zuständigen Gremien bereit.*

### **2.4.2. Weiterentwicklung des Qualitätsmanagements**

Neben der Verbesserung innerhalb der einzelnen Bestandteile können ebenfalls Anpassungen aufgrund der Bewertung des Qualitätsmanagements selbst und seiner Bestandteile notwendig werden. Dieses übergeordnete Qualitätsmanagement (Meta-Qualitätsmanagement) kann zum einen basierend auf den Ergebnissen eines Systemaudits vorgenommen werden, welches die Aus- bzw. Durchführung des Qualitätsmanagements hinsichtlich dessen Wirksamkeit und Funktionsfähigkeit überprüft. Zum anderen gehen in die Beurteilung des Qualitätsmanagements die folgenden Aspekte in Anlehnung an DIN EN ISO 9001:2015-11 ein:

- Ergebnisse der vorherigen Bewertungen des Qualitätsmanagements,
- Kunden- bzw. Verkehrsteilnehmerzufriedenheit,
- Stand der ergriffenen Vorbeugungs- und Korrekturmaßnahmen,
- Änderungen, die sich auf das Qualitätsmanagement auswirken können,
- Prozessleistung und Produktkonformität,
- Empfehlungen für Verbesserungen.

Die Ergebnisse dieses Meta-Qualitätsmanagements umfassen dabei Entscheidungen sowie Maßnahmen zur Verbesserung des Qualitätsmanagements für *Lichtsignalanlagen und*

---

*Lichtsignalsteuerung.* Diese Entscheidungen und Maßnahmen hängen in besonderem Maße von den einzelnen Ergebnissen und den Gegebenheiten in dem jeweiligen Aufgabenbereich der Aufgabenträger ab.

Darüber hinaus können sich auf Grundlage der Ergebnisse auch Änderungen im generellen Aufbau bzw. Ablauf des Qualitätsmanagements herausstellen, dessen mögliche Anpassung intern geprüft werden muss.

**Arbeitsschritt QV2**

*Prüfen Sie, ob aufgrund von Änderungen im Technischen Regelwerk bzw. von Änderungen im Muster-QM-Leitfaden Anpassungen an dem Qualitätsmanagement und seiner Bestandteile vorgenommen werden müssen. Wenn ja, setzen Sie die erforderlichen Anpassungen in Ihrem Aufgabenbereich um. Dokumentieren Sie die umgesetzten Maßnahmen und stellen Sie diese Dokumentation den zuständigen Gremien bereit.*

---

## 3. Anhang

---

### 3.1. Literaturverzeichnis

16. **BImSchV**: Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung). Ausfertigungsdatum 12.06.1990
39. **BImSchV**: Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen). Ausfertigungsdatum 02.08.2010
- BERNHARD, J. & GRAHL, S. (2009): Praktischer Leitfaden zur Beurteilung der Qualität an Lichtsignalanlagen – Checklisten und normierte Kenngrößenbewertung. In: Straßenverkehrstechnik 08/2009 S. 517-525
- BOLTZE, M., BUSCH, F., FRIEDRICH, B., FRIEDRICH, M., KOHOUTEK, S., LÖHNER, H., LÜSSMANN, J. & OTTERSTÄTTER, T. (2010): AMONES – Anwendung und Analyse modellbasierter Netzsteuerungsverfahren in städtischen Straßennetzen. Endbericht. Stuttgart
- BOLTZE, M., KRÜGER, P., BALLUFF, J. & BRESER, C. (2012): Strategien für ein Gesamtkonzept zur Luftreinhaltung in Offenbach am Main. Schlussbericht, unveröffentlicht. Darmstadt
- BOLTZE, M., HESS, R., ROOS, R. & BALLUFF, J. (2014): Konzeption eines integrierten Qualitätsmanagements für das Straßen- und Verkehrswesen. In: Straßenverkehrstechnik 09/2014, S. 607-613. In: Straße und Autobahn 09/2014, S. 689-695. Bonn
- BRILON, W. & SCHNABEL, W. (2003): Bewertung der Qualität des Verkehrsablaufs auf Hauptverkehrsstraßen. In: Straßenverkehrstechnik 01/2003, S. 21ff
- DIN EN 12675: Anlagen zur Verkehrssteuerung - Steuergeräte für Lichtsignalanlagen - Funktionale Sicherheitsanforderungen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN 50556:2011-09: Straßenverkehrs-Signalanlagen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN ISO 9000:2015-11: Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN ISO 9001:2015-11: Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN ISO 19011:2011-12: Leitfaden zur Auditierung von Managementsystemen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN ISO 10002:2010-05: Qualitätsmanagement - Kundenzufriedenheit - Leitfaden für die Behandlung von Reklamationen in Organisationen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV (1991): Merkblatt über Detektoren für den Straßenverkehr. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV (1990): Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV (1997A): Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV (1997B): Technische Lieferbedingungen für transportable Lichtsignalanlagen. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV (1999A): Merkblatt für den Unterhaltungs- und Betriebsdienst an Straßen Teil: Reinigung von Straßen außerhalb von Ortsdurchfahrten. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV (1999B): Merkblatt für Maßnahmen zur Beschleunigung des öffentlichen Personennahverkehrs mit Straßenbahnen und Bussen. FGSV-Verlag, Köln

- 
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2001A):** Hinweise zu Verkehrsrechnern als Bestandteil der innerörtlichen Lichtsignalsteuerung. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2001B):** Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2: Maßnahmen gegen Unfallhäufungen. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2002A):** Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen (ESAS). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2002B):** Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen (EFA). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2003):** Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen (ESN). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2004):** Hinweise zu Methoden computergestützter Erhebungen zum individuellen Verkehrsverhalten. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2005):** Hinweise zur Signalisierung des Radverkehrs (HSRa). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2006):** Richtlinien für die Anlagen von Stadtstraßen (RASt). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2007A):** Hinweise zur Anwendung von Qualitätsmanagement in kommunalen Verkehrsplanungsprozessen. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2007B):** Merkblatt für die Durchführung von Verkehrsschauen (MDV). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2011A):** Hinweise zur EU-Umweltgesetzgebung in der Verkehrsplanungspraxis - Teil 1: Luftreinhalteplanung. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2011B):** Hinweise zur EU-Umweltgesetzgebung in der Verkehrsplanungspraxis - Teil 2: Lärmaktionsplan. FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2012A):** Empfehlungen für Verkehrserhebungen (EVE). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2012B):** Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (M UKo). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2012c):** Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (RLuS). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2014A):** Hinweise für die Lichtsignalsteuerung in Straßennetzen (H LiS). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2014B):** Hinweise zum Qualitätsmanagement an Lichtsignalanlagen (H QML). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2015A):** Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS). FGSV-Verlag, Köln
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV (2015B):** Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA). FGSV-Verlag, Köln
- JENTSCH, H. (2009):** Konzeption eines integrierten Qualitätsmanagements für den Stadtverkehr. Schriftenreihe des Instituts für Verkehr, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Darmstadt, V 25. Darmstadt

- 
- MARTY + PARTNER AG (2006):** Betriebssicherheit von Lichtsignalanlagen - Projektierung, Bau, Betrieb, Unterhalt. [https://www.so.ch/fileadmin/internet/bjd/bjd-avt/pdf/Downloads/Richtlinien\\_Strassenverkehrsanlagen/Lichtsignalanlagen/Betriebssicherheit\\_von\\_Lichtsignalanlagen.pdf](https://www.so.ch/fileadmin/internet/bjd/bjd-avt/pdf/Downloads/Richtlinien_Strassenverkehrsanlagen/Lichtsignalanlagen/Betriebssicherheit_von_Lichtsignalanlagen.pdf), Zugriff am 28.02.2016
- RAUSCH, J. (2016):** Empfehlungen zur Umsetzung eines Qualitätsmanagements im Straßen- und Verkehrswesen. Schriftenreihe des Instituts für Verkehr, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Darmstadt. Darmstadt
- STRAßENVERKEHRSUNFALLSTATISTIKGESETZ (StVUnfStatG):** Das Gesetz über die Statistik der Straßenverkehrsunfälle vom 15. Juni 1990
- VERKEHRS-AKADEMIE DORTMUND (2016):** Seminarangebote der Verkehrs-Akademie Dortmund. <http://www.verkehrs-akademie.de/index.php/lichtsignal>, Zugriff am 13.02.2016

#### **Arbeitsschritt A1**

*Erweitern Sie ggf. das Literaturverzeichnis um weitere Quellen, auf die Sie in der textlichen Ausgestaltung für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung verwiesen haben.*

---

## 3.2. Glossar

### Audit

Systematischer, unabhängiger und dokumentierter Prozess zum Erlangen von objektiven Nachweisen und zu deren objektiver Auswertung, um zu bestimmen, inwieweit Auditkriterien erfüllt sind (DIN EN ISO 9000:2015-11)

### Bestandteile des Qualitätsmanagements

Konkretisierung der Qualitätsmanagementselemente Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung durch deren Unterteilung in Bestandteile

### Dienstleistung

Immaterielles Ergebnis mindestens einer Tätigkeit die notwendigerweise an der Schnittstelle zwischen dem Anbieter und dem Kunden auszuführen ist (DIN EN ISO 9000:2015-11)

### Produkt

Ergebnis, das ein Ergebnis von Tätigkeiten ist, von denen keine notwendigerweise an der Schnittstelle zwischen Lieferanten und dem Kunden auszuführen ist (DIN EN ISO 9000:2015-11)

### Prozess

Satz zusammenhängender und sich gegenseitig beeinflussender Tätigkeiten, der Eingaben in Ergebnisse umwandelt (DIN EN ISO 9000:2015-11)

#### **Arbeitsschritt A2**

*Erweitern Sie ggf. das Glossar um weitere Begriffe, welche in der textlichen Ausgestaltung für Lichtsignalanlagen und Lichtsignalsteuerung auftreten und einer Erläuterung bedürfen.*

### 3.3. Darstellung des Kommunikations- und Koordinationsbedarf

| Aufgabe                             | Kommunikations- und Koordinationsbedarf                                  | Kommunikation und Koordination zwischen                     |   |
|-------------------------------------|--|---|---|
|                                     |  | von   | an  |
| Abnahme einer LSA & LSS             | Definition von Festlegungen (z. B. von Sicherungsmaßnahmen, Funktionen)  | Private Unternehmen (Errichter)                             | Straßenverkehrsbehörde o. VMZ/VRZ/VZ (Betreiber)            |
|                                     | Gefahrenübergang   | Private Unternehmen (Errichter)                             | Straßenverkehrsbehörde o. VMZ/VRZ/VZ (Betreiber)            |
|                                     | ...  | ...   | ...   |
| Betrieb der LSA & LSS               | Definition von Anforderungen an Lichtsignalsteuerung                     | Verkehrsbetriebe  | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik) o. VMZ/VRZ/VZ |
|                                     | Definition von Anforderungen an Daten                                    | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik)               | VMZ/VRZ/VZ (Datenlieferant)                                 |
|                                     | Datenübertragung   | VMZ/VRZ/VZ (Datenlieferant)                                 | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik)               |
|                                     | Bereitstellung von Daten   | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik) o. VMZ/VRZ/VZ | Verkehrsbetriebe  |
|                                     | ...  | ...   | ...   |
| Anpassung der LSS                   | Bekanntgabe von Änderungen bezüglich der Zielvorgaben                    | EU  | BMVI  |
|                                     | Änderungen und Bekanntgabe von Zielvorgaben                              | BMVI, Landesbehörde   | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik) o. VMZ/VRZ/VZ |
|                                     | Änderungen von Vorgaben (z. B. temporäre Baustelle oder Veranstaltung)   | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrsplanung)               | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik) o. VMZ/VRZ/VZ |
|                                     | Änderungen von Vorgaben (z. B. Einrichtung einer neuen Straßenbahnlinie) | Verkehrsbetriebe  | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik) o. VMZ/VRZ/VZ |
|                                     | Datenübertragung   | VMZ/VRZ/VZ  | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik) o. VMZ/VRZ/VZ |
|                                     | ...  | ...   | ...   |
| Betriebsüberwachung                 | Datenübertragung   | VMZ/VRZ/VZ (Datenlieferant)                                 | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik)               |
|                                     | Dokumentation und Bekanntgabe der Ergebnisse                             | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik) o. VMZ/VRZ/VZ | Politik, Verkehrsbetriebe                                   |
|                                     | ...  | ...   | ...   |
| Durchführung von Verkehrsschauen    | gemeinsame Durchführung  | Polizei, Landesbehörde, Straßenverkehrsbehörde, VMZ/VRZ/VZ  |   |
|                                     | Datenübertragung   | VMZ/VRZ/VZ (Datenlieferant)                                 | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik)               |
|                                     | Dokumentation und Bekanntgabe der Ergebnisse                             | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik) o. VMZ/VRZ/VZ | Politik, Verkehrsbetriebe                                   |
|                                     | ...  | ...   | ...   |
| Durchführung von Korrekturmaßnahmen | Mitteilung über Durchführung von erforderlichen Maßnahmen                | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik) o. VMZ/VRZ/VZ | Private Unternehmen   |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)



(Fortsetzung)

| Aufgabe  | Kommunikations- und Koordinationsbedarf                                   | Kommunikation und Koordination zwischen                     |   |
|--|---|---|---|
|  |   | von   | an  |
|  | Beteiligung an Durchführung   | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik) o. VMZ/VRZ/VZ | Verkehrsbetriebe                              |
|  | Datenübertragung  | VMZ/VRZ/VZ (Datenlieferant)                                 | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik) |
|  | ...   | ...   | ...   |
| Durchführung von Ersatzmaßnahmen bei Unterbrechung | Mitteilung über Ersatzmaßnahmen (z. B. durch Verkehrszeichen)             | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik) o. VMZ/VRZ/VZ | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrsplanung) |
|  | Mitteilung über Ersatzmaßnahmen (z. B. durch Weisungen nach §36 der StVO) | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik) o. VMZ/VRZ/VZ | Polizei                                       |
|  | Mitteilung über Ersatzmaßnahmen   | Straßenverkehrsbehörde (Abt. Verkehrstechnik) o. VMZ/VRZ/VZ | Verkehrsbetriebe                              |
|  | ...   | ...   | ...   |
| ...  | ...   | ...   | ...   |

Legende:

LSA: Lichtsignalanlage  
VRZ: Verkehrsrechnerzentrale

LSS: Lichtsignalsteuerung  
VZ: Verkehrszentrale

VMZ: Verkehrsmanagementzentrale

### 3.4. Beschreibung der Vorbeugungsmaßnahmen

| <b>Berücksichtigung von Ersatzmaßnahmen</b> |  |
|---|--|
| Fehler                                      | Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV, Überschreitung der maximalen Wartezeit für FG und Rad, hohe Ausfallhäufigkeit, schlechter Anlagenzustand   |
| Beschreibung der Maßnahme                   | <p>bei Detektoren:</p> <p>Um möglichen Fehlschaltungen bei Detektoren vorzubeugen, sind Ersatzmaßnahmen in Abhängigkeit von der jeweiligen Funktion zu berücksichtigen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Freigabezeitanforderung: Daueranforderung,</li> <li>▪ Freigabezeitbemessung: Umschaltung auf relevante Ersatzdetektoren, Annahme von Ersatzwerten, Umschalten auf Festzeitsteuerung,</li> <li>▪ Verkehrsabhängige Signalprogrammauswahl: Umschaltung auf relevante Ersatzdetektoren, Annahme von Ersatzwerten, Umschalten auf zeitabhängige Signalprogrammauswahl</li> </ul> <p>(FGSV, 1991)</p> <p>Zudem wird an dieser Stelle auf den QM-Leitfaden für den Betrieb und die Erhaltung von Detektoren verwiesen.</p> <p>bei Steuergeräten:</p> <p>„Die Signalsicherungseinrichtungen zur Verhinderung verkehrsgefährdender Signalisierungszustände sind in der [DIN EN 50556:2011-09] definiert. Bestehende Anlagen, die den genannten Anforderungen nicht genügen, müssen im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten unter Berücksichtigung der Restlebensdauer umgerüstet werden. Durch geräteinterne Korrekturen, die das Wirksamwerden von Fehlern verhindern, kann die Verfügbarkeit einer Lichtsignalanlage erhöht werden. Hierzu können die Verzögerung eines Schaltbefehls zur Einhaltung einer Zwischenzeit oder einer Mindestfreigabezeit zählen oder das Umschalten in ein Ersatzprogramm.“ (FGSV, 2015b)</p> <p>bei Signalgeber:</p> <p>„Die Abschaltwahrscheinlichkeit kann [...] verringert werden durch redundante Signalisierung, z. B. Doppelreflektoren, durch doppelte Sperrsignale an Fußgängersignalgebern oder durch Verwendung von LED mit Leuchtfeldüberwachung und Meldealarm.“ (FGSV, 2015b)</p> <p>bei Strom- und Datenversorgung:</p> <p>Um Fehlschaltungen oder Ausfälle der LSA aufgrund einer fehlerhaften Stromversorgung und/oder Datenversorgung aus Kommunikationsnetz des Betreibers zu verhindern, können bspw. folgende Ersatzmaßnahmen eingerichtet werden:</p> <p>Stromversorgung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einrichtung einer Notstromversorgung,</li> <li>▪ Anbindung einer Ersatzbatterie,</li> <li>▪ ...</li> </ul> <p>Datenversorgung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Umschaltung in Festzeitsteuerung,</li> <li>▪ Umschaltung in Alles-Rot-Schaltung,</li> <li>▪ ...</li> </ul> |
| Turnus                                      | vor Inbetriebnahme   |
| Datenquellen                                | -  |
| Umsetzungsaufwand                           | gering-mittel  |

| <b>Einrichtung einer simultanen oder progressiven Signalisierung der Furten</b> |  |
|---|--|
| Fehler  | Überschreitung der maximalen Wartezeit für FG und Rad  |
| Beschreibung der Maßnahme   | „Bei der <i>simultanen Signalisierung</i> wird an den Fahrbahnrandern und auf dem Fahrbahnteiler zur selben Zeit das gleiche Signal gezeigt. Die Fußgängerfreigabezeiten sollen dabei mindestens so lang bemessen werden, dass ein Fußgänger, der zu Beginn der Freigabezeit am Fahrbahnrand startet und die Furten mit der rechnerischen Räumgeschwindigkeit quert, vor dem Ende der Freigabezeit mindestens die Mitte der zweiten Richtungsfahrbahn erreicht. [...] Mit der <i>progressiven Signalisierung</i> soll verhindert werden, dass Fußgänger auf dem Mittelstreifen bzw. Fahrbahnteiler zum Stehen kommen, insbesondere wenn dort ausreichend große Aufstellfläche vorhanden ist. Dazu kann gegebenenfalls das Fußgängersignal auf dem Mittelstreifen bzw. Fahrbahnteiler früher von Grün auf Rot geschaltet werden als das Signal am gegenüberliegenden Fahrbahnrand.“ (FGSV, 2015B) |
| Turnus  | vor Inbetriebnahme, ggf. zeitnah umrüsten  |
| Datenquellen  | Freigabezeiten: Signalakte   |
| Umsetzungsaufwand   | gering-mittel  |

| <b>Errichtung einer Sperrung</b> |  |
|----------------------------------|--|
| Fehler                           | Überschreitung des Immissionsgrenzwerts für Lärm, Überschreitung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittels, Überschreitung der Überschreitungstage für NO <sub>2</sub> , Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV   |
| Beschreibung der Maßnahme        | Um den Verkehr auf einem bestimmten Streckenabschnitt zu reduzieren oder gar zu vermeiden, kann dieser dauerhaft oder in Abhängigkeit der aktuellen Verkehrs- und/oder Umweltlage für alle, für bestimmte Fahrzeugarten oder Schadstoffklassen gesperrt werden. Voraussetzung dafür ist, dass geeignete Alternativrouten für den Verkehr zur Verfügung stehen. (in Anlehnung an BOLTZE ET AL., 2012) |
| Turnus                           | statisch: vor Inbetriebnahme, verkehrsabh./situationsabh.: je nach Verkehrs- bzw. Situationslage   |
| Datenquellen                     | Verkehrsstärke/-art: Zählungen, Querschnitterfassung mit fest installierten Detektoren, manuelle Querschnitterfassung, Kennzeichenerfassungssysteme (vgl. FGSV, 2012A)<br>Lärm- und/oder Luftschadstoffbelastung: siehe Überwachungsmaßnahme   |
| Umsetzungsaufwand                | hoch   |

| <b>Errichtung einer Umlenkung</b> |  |
|-----------------------------------|--|
| Fehler                            | Überschreitung des Immissionsgrenzwerts für Lärm, Überschreitung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittels, Überschreitung der Überschreitungstage für NO <sub>2</sub> , Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV   |
| Beschreibung der Maßnahme         | Um den Verkehr auf einem bestimmten Streckenabschnitt zu reduzieren, kann die Routenwahl von Fahrzeugen über eine allgemeine Wegweisung dauerhaft oder in Abhängigkeit der aktuellen Verkehrs- und/oder Umweltlage beeinflusst werden. Daneben besteht die Möglichkeit, die Routenwahl von Fahrzeugen des Schwerverkehrs über eine Lkw-Wegweisung beeinflusst. (in Anlehnung an BOLTZE ET AL., 2012) |
| Turnus                            | statisch: vor Inbetriebnahme, verkehrsabh./situationsabh.: je nach Verkehrs- bzw. Situationslage   |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| <b>Errichtung einer Umlenkung</b> |  |
|-----------------------------------|--|
| Datenquellen                      | Verkehrsstärke/-art: Zählungen, Querschnittserfassung mit fest installierten Detektoren, manuelle Querschnittserfassung, Kennzeichenerfassungssysteme (vgl. FGSV, 2012A)<br>Lärm- und/oder Luftschadstoffbelastung: siehe Überwachungsmaßnahme |
| Umsetzungsaufwand                 | hoch   |

| <b>Errichtung einer Zuflussteuerung</b> |  |
|---|--|
| Fehler                                  | Überschreitung des Immissionsgrenzwerts für Lärm, Überschreitung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittels, Überschreitung der Überschreitungstage für NO <sub>2</sub> , Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV   |
| Beschreibung der Maßnahme               | Um den Verkehr auf einem bestimmten Streckenabschnitt zu reduzieren, kann unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrs- und Umweltsituation sowie dem Auslastungsgrad der Verkehr über Pfortnerlichtsignalanlagen geregelt und begrenzt werden. Die Pfortnerlichtsignalanlagen sollten in weniger sensiblen Bereichen liegen. (in Anlehnung an BOLTZE ET AL., 2012) |
| Turnus                                  | statisch: vor Inbetriebnahme, verkehrsabh./situationsabh.: je nach Verkehrs- bzw. Situationslage   |
| Datenquellen                            | Verkehrsstärke/-art: Zählungen, Querschnittserfassung mit fest installierten Detektoren, manuelle Querschnittserfassung, Kennzeichenerfassungssysteme (vgl. FGSV, 2012A)<br>Lärm- und/oder Luftschadstoffbelastung: siehe Überwachungsmaßnahme   |
| Umsetzungsaufwand                       | hoch   |

| <b>Einrichtung eines Überholverbots</b> |  |
|---|--|
| Fehler                                  | Überschreitung des Immissionsgrenzwerts für Lärm, Überschreitung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittels, Überschreitung der Überschreitungstage für NO <sub>2</sub> , Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV                         |
| Beschreibung der Maßnahme               | Um den Verkehr auf einem bestimmten Streckenabschnitt zu beeinflussen, können dauerhaft oder unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrs- und/oder Umweltlage Überholvorgänge verboten werden. (in Anlehnung an BOLTZE ET AL., 2012)         |
| Turnus                                  | statisch: vor Inbetriebnahme, verkehrsabh./situationsabh.: je nach Verkehrs- bzw. Situationslage   |
| Datenquellen                            | Verkehrsstärke/-art: Zählungen, Querschnittserfassung mit fest installierten Detektoren, manuelle Querschnittserfassung, Kennzeichenerfassungssysteme (vgl. FGSV, 2012A)<br>Lärm- und/oder Luftschadstoffbelastung: siehe Überwachungsmaßnahme |
| Umsetzungsaufwand                       | mittel-hoch  |

| <b>Einsatz einer verkehrs- bzw. situationsabhängigen Steuerung</b> |  |
|--|--|
| Fehler   | Überschreitung des Immissionsgrenzwerts für Lärm, Überschreitung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittels, Überschreitung der Überschreitungstage für NO <sub>2</sub> , Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| <b>Einsatz einer verkehrs- bzw. situationsabhängigen Steuerung</b> |  |
|--|--|
| Beschreibung der Maßnahme  | Um den Verkehr auf einem bestimmten Streckenabschnitt zu beeinflussen, kann die Lichtsignalsteuerung bzw. können einzelne Elemente des Lichtsignalsteuerung (Umlaufzeit, Freigabezeit, Phasenfolge, Phasenanzahl) verkehrsabhängig oder unter Berücksichtigung der aktuellen Umweltlage situationsabhängig verändert werden. (in Anlehnung an BOLTZE ET AL., 2012) |
| Turnus   | statisch: vor Inbetriebnahme, verkehrsabh./situationsabh.: je nach Verkehrs- bzw. Situationslage   |
| Datenquellen   | Verkehrsstärke/-art: Zählungen, Querschnittserfassung mit fest installierten Detektoren, manuelle Querschnittserfassung, Kennzeichenerfassungssysteme (vgl. FGSV, 2012A)<br>Lärm- und/oder Luftschadstoffbelastung: siehe Überwachungsmaßnahme   |
| Umsetzungsaufwand  | mittel-hoch  |

| <b>Ersetzen der LSA-Komponenten</b> |  |
|-------------------------------------|--|
| Fehler                              | Hohe Ausfallhäufigkeit, schlechter Anlagenzustand  |
| Beschreibung der Maßnahme           | Um die LSA samt ihrer Komponenten effizient zu betreiben und somit dem Ausfall der gesamten LSA oder einzelner Komponenten vorzubeugen, können veraltete Techniken bzw. Komponenten durch erneuerte Techniken bzw. Komponenten ersetzt werden. |
| Turnus                              | vor Inbetriebnahme, ggf. zeitnah umrüsten  |
| Datenquellen                        | -  |
| Umsetzungsaufwand                   | mittel-hoch  |

| <b>Geschwindigkeitsbeschränkung</b> |  |
|-------------------------------------|--|
| Fehler                              | Überschreitung des Immissionsgrenzwerts für Lärm, Überschreitung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittels, Überschreitung der Überschreitungstage für NO <sub>2</sub>  |
| Beschreibung der Maßnahme           | Um den Verkehr auf einem bestimmten Streckenabschnitt zu beeinflussen, kann die Höchstgeschwindigkeit auf dem Abschnitt für alle oder nur für bestimmte Fahrzeuge dauerhaft oder in Abhängigkeit der aktuellen Verkehrs- und/oder Umweltlage angepasst werden. (in Anlehnung an BOLTZE ET AL., 2012) |
| Turnus                              | statisch: vor Inbetriebnahme, verkehrsabh./situationsabh.: je nach Verkehrs- bzw. Situationslage   |
| Datenquellen                        | Verkehrsstärke/-art: Zählungen, Querschnittserfassung mit fest installierten Detektoren, manuelle Querschnittserfassung, Kennzeichenerfassungssysteme (vgl. FGSV, 2012A)<br>Lärm- und/oder Luftschadstoffbelastung: siehe Überwachungsmaßnahme   |
| Umsetzungsaufwand                   | mittel-hoch  |

| <b>Prüfung der Freigabezeiten</b> |   |
|-----------------------------------|---|
| Fehler                            | Überschreitung des Immissionsgrenzwerts für Lärm, Überschreitung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittels, Überschreitung der Überschreitungstage für NO <sub>2</sub> , Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV, Überschreitung der maximalen Wartezeit für FG und Rad |
| Beschreibung der Maßnahme         | Um geringe Freigabezeiten und damit lange Wartezeiten in den einzelnen Zufahrten zu vermeiden, sind die Freigabezeiten zu überprüfen, ob diese hinsichtlich der vorherrschenden verkehrlichen Bedingungen angemessen sind, und ggf. anzupassen.                               |
| Turnus                            | vor Inbetriebnahme, bei Änderung der Verkehrssituation  |
| Datenquellen                      | Freigabezeiten: Signalakte  |
| Umsetzungsaufwand                 | gering  |

| <b>Prüfung der Übergangszeiten</b> |   |
|------------------------------------|---|
| Fehler                             | Unfallhäufungen, Überschreitung der Unfallkostenrate, Überschreitung der Unfallkostendichte   |
| Beschreibung der Maßnahme          | In Abhängigkeit von der zulässigen Höchst-geschwindigkeit wird im Signalprogramm eine Übergangszeit berücksichtigt, die dem Fahrzeug-führer (IV und ÖV) den Wechsel von der Freigabezeit zur Sperrzeit anzeigt. (FGSV, 2015b) Um zu vermeiden, dass es aufgrund einer zu niedrig angesetzten Übergangszeit zu riskanten Fahrmanövern im IV oder ÖV kommt, ist die Übergangszeit in Bezug auf die aktuellen verkehrlichen Rahmenbedingungen zu prüfen und ggf. anzupassen. |
| Turnus                             | vor Inbetriebnahme, bei Änderung der zul. Höchstgeschwindigkeit oder im Technischen Regelwerk   |
| Datenquellen                       | Übergangszeiten: Signalakte   |
| Umsetzungsaufwand                  | gering  |

| <b>Prüfung der Mindestfreigabezeiten</b> |   |
|--|---|
| Fehler                                   | Überschreitung der maximalen Wartezeit für FG und Rad   |
| Beschreibung der Maßnahme                | Um geringe Freigabezeiten und damit lange Wartezeiten für FG und ggf. für Rad zu vermeiden, darf nach FGSV (2015b) die Mindestfreigabezeit von 5 s nicht unterschritten werden. Darüber hinaus ist bei FG sicherzustellen, „dass bei nur einer querenden Furt während der Freigabezeit rechnerisch mindestens die halbe Furtlänge zurückgelegt werden kann. [...] Sind in der gleichen Phase zwei hintereinanderliegende Furten zu queren, sollte die Freigabezeit so lang sein, dass die längere der beiden Furten, die Mittelinsel/der Fahrbahnteiler und die Hälfte der zweiten Furt gequert werden können.“ (FGSV, 2015b) Die Mindestfreigabezeiten sind zu prüfen und ggf. anzupassen. |
| Turnus                                   | vor Inbetriebnahme, bei Änderung des Knotenpunktlayouts oder im Technischen Regelwerk   |
| Datenquellen                             | Freigabezeiten: Signalakte  |
| Umsetzungsaufwand                        | gering  |

| <b>Prüfung der Phaseneinteilung</b> |  |
|-------------------------------------|--|
| Fehler                              | Unfallhäufungen, Überschreitung der Unfallkostenrate, Überschreitung der Unfallkostendichte  |
| Beschreibung der Maßnahme           | Um riskante Fahrmanöver bzw. gefährliche Situationen zwischen motorisiertem und nicht motorisiertem Verkehr bei der Querung eines Knotenpunkts zu vermeiden, ist die Phaseneinteilung hinsichtlich einer möglichen gleichzeitigen Freigabe nicht verträglicher Verkehrsströme zu überprüfen und ggf. anzupassen. |
| Turnus                              | vor Inbetriebnahme, bei Änderung des Knotenpunktlayouts, Fahrstreifenaufteilung oder im Technischen Regelwerk  |
| Datenquellen                        | Phaseneinteilung: Signalakte   |
| Umsetzungsaufwand                   | gering   |

| <b>Prüfung der Signalprogrammelemente</b> |   |
|---|---|
| Fehler                                    | Unfallhäufungen, Überschreitung der Unfallkostenrate, Überschreitung der Unfallkostendichte   |
| Beschreibung der Maßnahme                 | Um riskante Fahrmanöver bzw. gefährliche Situationen zwischen motorisiertem und nicht motorisiertem Verkehr bei der Querung eines Knotenpunkts zu vermeiden, sind alle oder lediglich einzelne Elemente des Signalprogramms (Umlaufzeit, Freigabezeit, Phasenfolge, Phasenanzahl, Versatzzeit) zu prüfen und ggf. anzupassen. |
| Turnus                                    | vor Inbetriebnahme, bei Änderung des Knotenpunktlayouts, Fahrstreifen-aufteilung oder im Technischen Regelwerk  |
| Datenquellen                              | Umlaufzeit, Freigabezeit, Phasenfolge, Phasenanzahl, Versatzzeit: Signalakte  |
| Umsetzungsaufwand                         | gering  |

| <b>Prüfung der Umlaufzeit</b> |   |
|-------------------------------|---|
| Fehler                        | Unfallhäufungen, Überschreitung der Unfallkostenrate, Überschreitung der Unfallkostendichte, Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV, Überschreitung der maximalen Wartezeit für FG und Rad  |
| Beschreibung der Maßnahme     | Um eine hohe oder geringe Umlaufzeit und damit lange Wartezeiten in den einzelnen Zufahrten zu vermeiden, ist die Umlaufzeit zu überprüfen, ob diese hinsichtlich der vorherrschenden verkehrlichen Bedingungen angemessen ist, und ggf. anzupassen.<br>Darüber hinaus ist im Zuge von Grünen Wellen zu prüfen, ob die Umlaufzeit an den eingebundenen Knotenpunkten gleich groß ist. |
| Turnus                        | vor Inbetriebnahme, bei Änderung der Verkehrssituation  |
| Datenquellen                  | Umlaufzeit: Signalakte  |
| Umsetzungsaufwand             | gering  |

| <b>Prüfung der Versatzzeiten</b> |   |
|----------------------------------|---|
| Fehler                           | Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV  |
| Beschreibung der Maßnahme        | Damit der Verkehr innerhalb einer Grünen Welle ohne Halt die eingebundenen Knotenpunkte passieren kann, sind die einzelnen Freigabezeiten an den jeweiligen Zufahrten um einen entsprechenden Wert zu versetzen. Diese Versatzzeit ist zu prüfen und ggf. anzupassen. |
| Turnus                           | vor Inbetriebnahme, bei Änderung der Verkehrssituation  |
| Datenquellen                     | Versatzzeit: Signalakte   |
| Umsetzungsaufwand                | gering  |

| <b>Prüfung der Vorgabezeiten</b> |  |
|----------------------------------|--|
| Fehler                           | Unfallhäufungen, Überschreitung der Unfallkostenrate, Überschreitung der Unfallkostendichte  |
| Beschreibung der Maßnahme        | Um Vorrang der FG und Rad vor einem bedingt verträglich abbiegenden Fahrzeugstrom zu verdeutlichen und so ggf. gefährliche Situationen zu vermeiden, ist ein Zeitvorsprung für die Querung einer oder mehreren Furt vorzusehen. Diese Vorgabezeit ist zu prüfen und ggf. anzupassen. |
| Turnus                           | vor Inbetriebnahme, bei Änderung im Technischen Regelwerk  |
| Datenquellen                     | Vorgabezeiten: Signalakte  |
| Umsetzungsaufwand                | gering   |

| <b>Prüfung der Zwischenzeiten</b> |  |
|-----------------------------------|--|
| Fehler                            | Unfallhäufungen, Überschreitung der Unfallkostenrate, Überschreitung der Unfallkostendichte  |
| Beschreibung der Maßnahme         | <p>Um eine Verletzung von Signalzeiten und damit riskante Fahrmanöver bzw. gefährliche Situationen zwischen motorisiertem und nicht motorisiertem Verkehr bei der Querung eines Knotenpunkts zu vermeiden, sind die Zwischenzeiten im Signalprogramm zu prüfen, mit Rechenannahmen zu vergleichen und ggf. anzupassen.</p> <p>„Die Zwischenzeiten können auf folgende Arten kontrolliert werden:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Räum- und Einfahrzeit zweier nicht verträglicher Verkehrsströme messen.</li> <li>2. Daten, z.B. Signalplan, aus dem Steuergerät auslesen und die Zwischenzeiten kontrollieren.</li> </ol> <p>Die Reaktion auf einen Rotlampenausfall ist in mindestens zwei Fällen zu überprüfen.“<br/>(MARTY + PARTNER AG, 2006)</p> |
| Turnus                            | vor Inbetriebnahme, bei Änderung des Knotenpunktlayouts  |
| Datenquellen                      | Zwischenzeiten: Signalakte   |
| Umsetzungsaufwand                 | gering   |



| <b>Wartung der LSA-Komponenten</b> |  |
|------------------------------------|--|
| Fehler                             | Unfallhäufungen, Überschreitung der Unfallkostenrate, Überschreitung der Unfallkostendichte, Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV, Überschreitung der maximalen Wartezeit für FG und Rad, hohe Ausfallhäufigkeit, schlechter Anlagenzustand  |
| Beschreibung der Maßnahme          | <p>bei Detektoren:</p> <p>„Die Funktionsfähigkeit der Anmeldemittel ist in der Regel einmal pro Kalenderjahr in gleichen Zeitabständen oder wie vom Betreiber definiert zu überprüfen. Bei Induktionsschleifen sind neben der Funktionsfähigkeit auch die Empfindlichkeit der Drahtlitze [...] sowie die Fräsnuten und die Konsistenz der Vergussmasse zu kontrollieren.“ (MARTY + PARTNER AG, 2006)</p> <p>Zudem wird an dieser Stelle auf den QM-Leitfaden für den Betrieb und die Erhaltung von Detektoren verwiesen.</p> <p>bei Steuergeräten:</p> <p>„Die Reinigung des Steuergeräts erfolgt in der Regel einmal pro Kalenderjahr in gleichen Zeitabständen oder wie vom Betreiber definiert. Das Vorgehen und die auszuführenden Arbeiten sind in der Checkliste „Revision und Reinigung des Steuergeräts“ im Anhang A [in MARTY + PARTNER AG (2006)] als Beispiel zusammengefasst.</p> <p>Die Kontrolle der Steuergerätesoftware und LSA-Betrieb erfolgt periodisch und stichprobenartig sowie nach Anpassungen am Steuergerät.</p> <p>Das Vorgehen sowie die auszuführenden Arbeiten sind in der Checkliste „Kontrolle der Steuergerätesoftware und des LSA-Betriebs“ im Anhang A [in MARTY + PARTNER AG (2006)] als Beispiel zusammengefasst.</p> <p>Die Kontrolle der definierten sicherheitsrelevanten Verriegelung sollte durch den Betreiber der LSA wie folgt durchgeführt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mindestens zwei Verriegelungen testen.</li> <li>▪ Getestete Verriegelungen und Ergebnis des Tests protokollieren.</li> <li>▪ Datenblatt immer zur nächsten Kontrolle mitnehmen und andere als die bereits protokollierten Verriegelungen testen.“ (MARTY + PARTNER AG, 2006)</li> </ul> <p>bei Signalgeber:</p> <p>„Sämtliche hochvoltigen Velo- und Fussgänger-Anmeldearmaturen sind durch über Niederspannung betriebene Drücker zu ersetzen.</p> <p>Die Ausrichtung und Lichtintensität der Signalgeber muss im Rahmen einer Wartung kontrolliert werden.“ (MARTY + PARTNER AG, 2006)</p> <p>„Bei dicht aufeinanderfolgenden Lichtsignalanlagen oder einer Knotenpunktsignalisierung, die am Anfang oder im Zuge einer Fahrstreifensignalisierung liegt, muss verhindert werden, dass, besonders bei Dunkelheit, Signale verwechselt oder übersehen werden. Die Verwendung von Signalgebern unterschiedlichen Leuchtfelddurchmessers innerhalb eines Straßenzugs oder der Wechsel des Signalgeber-standorts für den gleichen Fahrzeugstrom in aufeinanderfolgenden Knotenpunktzufahrten ist daraufhin zu überprüfen, ob in der Zuordnung keine Missverständnisse auftreten können und eine eindeutige Erkennbarkeit gewährleistet ist.“ (FGSV, 2015b)</p> <p>„Eine regelmäßige Reinigung der Signalgeber von Lichtzeichenanlagen ist unerlässlich. [...] Der Reinigung von Beleuchtungsanlagen ist besonderes Augenmerk zu widmen; sie erfolgt in der Regel von Hand.“ (FGSV, 1999a)</p> <p>[...]</p> |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| <b>Wartung der LSA-Komponenten</b> |  |
|------------------------------------|--|
| Beschreibung der Maßnahme          | <p>[...]</p> <p>„Durch Phantomlicht kann die Erkennbarkeit eines Signals beeinträchtigt werden. [...] Von Einfluss auf die Phantomlichtstärke sind Bauart der Signalgeber sowie Größe und Ausbildung der Abschirmblenden [...]. Die Phantomlichtstärke kann zusätzlich durch spezielle Optiken oder Einsätze weiter vermindert werden.“ (FGSV, 2015B)</p> <p>bei Signalträgern:</p> <p>Die Revision und Reinigung der Aussenanlage und Masten erfolgt in der Regel einmal pro Kalenderjahr in gleichen Zeitabständen oder wie vom Betreiber definiert. Das Vorgehen und die auszuführenden Arbeiten sind in der Checkliste „Revision und Reinigung der Aussenanlage“ im Anhang A [in MARTY + PARTNER AG (2006)] als Beispiel zusammengefasst.</p> <p>Die Durchfahrtshöhen von Signalbrücken, Winkelmasten, etc. sind nach dem Bau der LSA das erste Mal nach rund 10 Jahren und anschliessend alle 5 Jahre zu kontrollieren, damit eine Senkung bzw. die Materialermüdung früh genug erkannt werden kann.</p> <p>Die Kontrolle des Rostbefalls sollte bei der periodischen Kontrolle der LSA durch eine visuelle Überprüfung sowie eine „Rüttelprüfung“ an exponierten Masten vorgenommen werden, welche Feuchtigkeits- und starken Temperaturwechseln ausgesetzt sind.</p> <p>Masten können auch an der Innenseite oder unterhalb des Erdeintritts korrodieren. Diese Korrosionsschäden können anhand eines neuen Prüfverfahrens, welches die Wanddicke via elektromagnetisch erzeugter Ultraschallwellen erfasst, erkannt werden.“</p> <p>(MARTY + PARTNER AG, 2006)</p> <p>bei Stromversorgung:</p> <p>Um zu verhindern, dass die LSA oder einzelne Komponenten aufgrund einer Störung innerhalb der Stromversorgung ausfällt bzw. ausfallen, sind die Kabelverbindungen zu prüfen und ggf. auszubessern.</p> |
| Turnus                             | siehe Beschreibung der Maßnahme  |
| Datenquellen                       | -  |
| Umsetzungsaufwand                  | mittel   |

Legende:

FG: Fußgängerverkehr  
ÖV: Öffentlicher Verkehr

IV: Individualverkehr  
Rad: Radverkehr

LSA: Lichtsignalanlage

### 3.5. Beschreibung der Überwachungsmaßnahmen

#### Verkehrssicherheit

| <b>Übernahme der Unfalldaten von Unfallkommission</b> |   |
|---|---|
| Qualitätsmerkmal                                      | Unfallhäufungen   |
| Beschreibung der Maßnahme                             | Die Ermittlung von Unfallhäufungen ist in der Regel die Aufgabe der Unfallkommissionen, in denen Polizei, Straßenverkehrs- und Straßenbaubehörden ständige Mitglieder sind. Die Unfallhäufungen werden dabei in Ein- und Dreijahres-Unfalltypen-Steckkarten dargestellt, welche in den meisten Fällen bei der Polizei geführt werden. |
| Turnus  | regelmäßig  |
| Datenquellen  | -   |
| Umsetzungsaufwand                                     | gering  |

| <b>Ermittlung der Unfallhäufungen</b> |   |
|---------------------------------------|---|
| Qualitätsmerkmal                      | Unfallhäufungen   |
| Beschreibung der Maßnahme             | „In einem ersten Arbeitsschritt werden auf einer soliden Datengrundlage Unfallhäufungen identifiziert [...]. Unfallhäufungen definieren sich [dabei] durch die Anwendung von Grenzwerten. Anschließend werden alle Unfälle der Unfallhäufung einer genauen Analyse unterzogen, um die Defizite der Verkehrsanlage herauszufiltern und die unfallbegünstigenden Faktoren zu benennen. Auf Grundlage der Erkenntnisse aus der Unfallanalyse werden Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit an der Unfallhäufung abgeleitet und umgesetzt. Als letzter Schritt erfolgt die Überprüfung der Wirksamkeit. Das Unfallgeschehen vor Umsetzung der Maßnahmen wird dem Unfallgeschehen nach der Umsetzung gegenübergestellt und es wird Bilanz gezogen.“<br>FGSV (2012B) |
| Turnus                                | Erfassung des Unfallgeschehens im Jahres- (alle Unfälle) und 3-Jahres- (Unfälle mit Personenschaden) Turnus (BERNHARD & GRAHL, 2009)  |
| Datenquellen                          | „Grundlage sind die polizeilich erfassten Unfalldaten und Verkehrsablaufsbeobachtungen an Unfallhäufungsstellen.“ (BERNHARD & GRAHL, 2009)  |
| Umsetzungsaufwand                     | mittel  |

| <b>Ermittlung der Dichten zur Sicherheitsbewertung</b> |  |
|--|--|
| Qualitätsmerkmal                                       | Unfalldichten bzw. Unfallkostendichten   |
| Beschreibung der Maßnahme                              | <p>„Unfalldichten UD bzw. Unfallkostendichten UKD beschreiben die mittlere jährliche Anzahl der Unfälle bzw. volkswirtschaftlichen Kosten durch Straßenverkehrsunfälle, die auf 1 km Länge des Straßenabschnittes entfallen. Die Dichte errechnet sich als Quotient von jährlicher Unfallanzahl bzw. Unfallkosten und Länge oder als Produkt aus Rate und Verkehrsstärke des Abschnittes, auf dem die Unfälle geschehen sind.“</p> <p>– <b>Unfalldichte UD</b></p> $UD = \frac{U}{L \cdot t} = \frac{UR \cdot DTV \cdot 365}{10^6} \quad [U/(km \cdot a)]$ <p>mit</p> <p>U      Anzahl Unfälle [U] in t Jahren</p> <p>DTV    Verkehrsstärke [Kfz/24 h]</p> <p>L      Abschnittslänge [km]</p> <p>t      Betrachtungszeitraum in Jahren [a]</p> |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| <b>Ermittlung der Dichten zur Sicherheitsbewertung</b> |   |
|--|---|
| Beschreibung der Maßnahme                              | <p>- <b>Unfallkostendichte UKD</b></p> $UKD = \frac{UK}{1000 \cdot L \cdot t} = \frac{UKR \cdot DTV \cdot 365}{10^6} \quad [1000 \text{ €}/(\text{km} \cdot \text{a})]$ <p>mit</p> <p>U      Anzahl Unfälle [U] in t Jahren</p> <p>DTV    Verkehrsstärke [Kfz/24 h]</p> <p>UK      Unfallkosten [€] in t Jahren</p> <p>Die Dichte ist ein Maß für die (längenbezogene) Häufigkeit, mit der sich Unfälle während eines bestimmten Zeitraumes auf einem bestimmten Straßenabschnitt ereignet haben.“ (FGSV, 2003)</p> |
| Turnus   | regelmäßig  |
| Datenquellen   | <p>Anzahl der Unfälle: Polizei bzw. Unfallkommission</p> <p>Verkehrsstärke: Zählungen, Querschnittserfassung mit fest installierten Detektoren, manuelle Querschnittserfassung, Kennzeichenerfassungssysteme (vgl. FGSV, 2012A)</p>   |
| Umsetzungsaufwand                                      | mittel-hoch   |

| <b>Ermittlung der Raten zur Sicherheitsbewertung</b> |  |
|--|--|
| Qualitätsmerkmal                                     | Unfallraten bzw. Unfallkostenraten   |
| Beschreibung der Maßnahme                            | <p>„Anzahl und Schwere der Straßenverkehrsunfälle auf einem Straßennetzabschnitt hängen im Wesentlichen ab von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- der Verkehrsstärke und der Verkehrszusammensetzung</li> <li>- den Entwurfsmerkmalen (Querschnittgestaltung, Knotenpunktgestaltung, Linienführung)</li> <li>- der Straßenausstattung (Gestaltung der Fahrbahnränder, Verkehrszeichen, Verkehrseinrichtungen, Schutzeinrichtungen)</li> <li>- dem Straßenzustand (Aufbau und Oberflächenbeschaffenheit) und</li> <li>- dem Straßenraum (seitliche Hindernisse).</li> </ul> <p>Die Verkehrssicherheit des Straßenabschnittes wird durch Unfallraten und Unfallkostenraten beschrieben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Unfallraten UR</b> beschreiben die durchschnittliche Anzahl der Unfälle, die bei einer Fahrleistung von 1 Mio. Kfz * km in diesem Straßenabschnitt entstanden sind.</li> </ul> $UR = \frac{10^6 \cdot U}{365 \cdot DTV \cdot L \cdot t} \quad [U/(10^6 \text{ Kfz} \cdot \text{km})]$ <p>mit</p> <p>U      Anzahl Unfälle [U] in t Jahren</p> <p>DTV    Verkehrsstärke [Kfz/24 h]</p> <p>L      Abschnittslänge [km]</p> <p>t      Betrachtungszeitraum in Jahren [a]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Unfallkostenraten UKR</b> beschreiben die entsprechenden durchschnittlichen volkswirtschaftlichen Kosten durch Straßenverkehrsunfälle, die bei einer Fahrleistung von 1 000 Kfz * km in diesem Straßenabschnitt entstanden sind.</li> </ul> $UKR = \frac{1000 \cdot UK}{365 \cdot DTV \cdot L \cdot t} \quad [€/(1\,000 \text{ Kfz} \cdot \text{km})]$ <p>mit</p> <p>UK      Unfallkosten [€] in t Jahren.</p> |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| <b>Ermittlung der Raten zur Sicherheitsbewertung</b> |   |
|--|---|
| Beschreibung der Maßnahme                            | Die Unfallrate ist ein Maß für das (fahrleistungsbezogene) Risiko des Verkehrsteilnehmers, in einen Unfall verwickelt zu werden oder dabei zu verunglücken. Die Unfallkostenrate berücksichtigt zusätzlich die Unfallschwere.“ (FGSV, 2003) |
| Turnus   | regelmäßig  |
| Externe Datenquellen                                 | Anzahl der Unfälle: Polizei bzw. Unfallkommission<br>Verkehrsstärke: Zählungen, Querschnittserfassung mit fest installierten Detektoren, manuelle Querschnittserfassung, Kennzeichenerfassungssysteme (vgl. FGSV, 2012A)                    |
| Umsetzungsaufwand                                    | mittel-hoch   |

### *Umweltverträglichkeit*

| <b>Übernahme der Daten vom Umweltbundesamt</b> |   |
|--|---|
| Qualitätsmerkmal                               | Beurteilungspegel, NO <sub>2</sub> -Jahresmittel, Überschreitungstage für NO <sub>2</sub>   |
| Beschreibung der Maßnahme                      | Das Umweltbundesamt erfasst für die verschiedenen Verkehrsträger umweltrelevante Daten. Hierbei wird auf offizielle Statistiken und Sekundärliteratur zurückgegriffen. Auf Grundlage der erfassten Daten werden die Emissionen von Lärm, Luftschadstoffen und klimarelevanten Gasen berechnet.<br>Die Qualität der Luft (Feinstaub, Kohlenmonoxid, Ozon, Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid) wird bundesweit an Messstationen mehrmals täglich erhoben. Diese Daten können nach der Messung in Form von deutschlandweiten Karten, Verlaufsgrafiken und Tabellen unter <a href="https://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/aktuelle-luftdaten">https://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/aktuelle-luftdaten</a> abgerufen werden.<br>Es gilt jedoch dabei zu beachten, dass sich die Messstationen in der Regel meist nicht in unmittelbarer Nähe des zu betrachteten Knotenpunkts befinden und somit ein Übertrag der Daten nur eingeschränkt möglich ist. |
| Turnus   | „Die Einhaltung von Grenzwerten direkt messbarer Umfeldbeeinträchtigungen (z. B. Lärm durch akustische Signalgeber) ist bei der Inbetriebnahme zu prüfen. Während des Betriebs sollte regelmäßig die Einhaltung von Grenzwerten kontrolliert werden.“ (BERNHARD & GRAHL, 2009)  |
| Datenquellen                                   | -   |
| Umsetzungsaufwand                              | gering  |

| <b>Berechnung des Beurteilungspegels <math>L_r</math></b> |  |
|---|--|
| Qualitätsmerkmal  | Beurteilungspegel  |
| Beschreibung der Maßnahme                                 | „Der Beurteilungspegel von einer Straße ist<br>$L_r = L_m + K$<br>mit<br>$L_m$ Mittelungspegel [...]<br>$K$ Zuschlag nach Tabelle 2 [aus FGSV(1990)] für erhöhte Störwirkung von lichtzeichengeregelten Kreuzungen und Einmündungen<br>Befindet sich ein Immissionsort im Einwirkungsbereich mehrerer lichtzeichengeregelter Kreuzungen oder Einmündungen, so ist nur der Zuschlag für die ihm nächstgelegene zu berücksichtigen.“ |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| <b>Berechnung des Beurteilungspegels <math>L_r</math></b> |  |
|---|--|
| Beschreibung der Maßnahme                                 | <p>– <b>Mittelungspegel von einer Straße</b><br/>Zur Berechnung des Mittelungspegels von einer mehrstreifigen Straße wird je eine Schallquelle in 0,5 m Höhe über den Mitten der beiden äußeren Fahrstreifen angenommen [...]. Für diese werden die Mittelungspegel getrennt berechnet und energetisch zum Mittelungspegel <math>L_m</math> an der Straße</p> $L_m = 10 * \log[10^{0,1 * L_{m,n}} + 10^{0,1 * L_{m,f}}]$ <p>zusammengefaßt, mit<br/> <math>L_{m,n}</math> Mittelungspegel des nahen äußeren Fahrstreifens<br/> <math>L_{m,f}</math> Mittelungspegel des fernen äußeren Fahrstreifens.<br/> Bei einstreifigen Straßen fallen ferner und naher Fahrstreifen zusammen.</p> <p>– <b>Mittelungspegel von einem Fahrstreifen</b><br/>Der Mittelungspegel von einem Fahrstreifen wird nach dem Verfahren „langer, gerader“ Fahrstreifen berechnet, wenn er folgende Bedingungen erfüllt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Fahrstreifen kann vom Immissionsort nach beiden Seiten von dem ihm</li> </ul> $L_r = 48 - \frac{s_L}{\sqrt{100 + s_L}}$ <p>nächstgelegenen Punkt mindestens auf die Länge eingesehen werden. Wenn er durch eine parallele Lärmschutzwand oder einen parallelen Lärmschutzwall abgeschirmt ist, muß er nach beiden Seiten mindestens die Länge <math>2 \cdot l_z</math> haben, wobei <math>s_L</math> der Abstand zwischen Fahrstreifen und Immissionsort ist.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Fahrstreifen muß im Lageplan innerhalb des in Bild 11 durch Schraffur begrenzten Bereiches liegen.</li> <li>• Die Emission und die Bedingungen für die Schallausbreitung müssen über seine gesamte Länge annähernd konstant sein.</li> </ul> <p>Falls eine dieser Voraussetzungen nicht zutrifft, ist das Teilstück-Verfahren nach Abschnitt 4.4.2 anzuwenden.<br/>Zur Berechnung des Beurteilungspegels für einen Immissionsort darf nur eines der beiden Verfahren verwendet werden. Eine Verknüpfung beider Verfahren ist nicht zulässig.“<br/>(FSGV, 1990)<br/>Die weiteren Berechnungsformeln sind FGSV(1990) zu entnehmen.</p> |
| Turnus  | „Die Einhaltung von Grenzwerten direkt messbarer Umfeldbeeinträchtigungen (z. B. Lärm durch akustische Signalgeber) ist bei der Inbetriebnahme zu prüfen. Während des Betriebs sollte regelmäßig die Einhaltung von Grenzwerten kontrolliert werden.“<br>(BERNHARD & GRAHL, 2009)  |
| Datenquellen  | Je nach Verfahren sind unterschiedliche Daten zur Berechnung zusammenzutragen. So werden für das Verfahren für „lange, gerade“ Fahrstreifen u. a. Angaben zur Straßenoberfläche und zulässigen Höchstgeschwindigkeit benötigt.   |
| Umsetzungsaufwand   | gering-mittel  |

| <b>Abschätzung straßenverkehrsseitiger Immissionen</b> |  |
|--|--|
| Qualitätsmerkmal                                       | NO <sub>2</sub> -Jahresmittel, Überschreitungstage für NO <sub>2</sub>   |
| Beschreibung der Maßnahme                              | Im Rahmen von FGSV (2012c) ist die Abschätzung der Immissionsbelastungen an Straßenabschnitten mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit (Tempolimit) größer 50 km/h beschrieben. Dabei ist beachten, dass das Verfahren u. a. Anwendungsbedingungen hinsichtlich der Verkehrsbelastung und Längsneigung unterliegt und somit nicht uneingeschränkt angewendet werden kann. |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| <b>Abschätzung straßenverkehrsseitiger Immissionen</b> |  |
|--|--|
| Turnus   | „Die Einhaltung von Grenzwerten direkt messbarer Umfeldbeeinträchtigungen (z. B. Lärm durch akustische Signalgeber) ist bei der Inbetriebnahme zu prüfen. Während des Betriebs sollte regelmäßig die Einhaltung von Grenzwerten kontrolliert werden.“ (BERNHARD & GRAHL, 2009) |
| Datenquellen   | Zur Abschätzung der straßenseitigen Immissionen sind Eingangsdaten wie z. B. verkehrsspezifische Daten und meteorologische Daten notwendig. Die einzelnen Daten sind in FGSV (2012c) aufgeführt.   |
| Umsetzungsaufwand                                      | mittel-hoch  |

| <b>Messungen der Immissionen</b> |  |
|----------------------------------|--|
| Qualitätsmerkmal                 | Beurteilungspegel, NO <sub>2</sub> -Jahresmittel, Überschreitungstage für NO <sub>2</sub>  |
| Beschreibung der Maßnahme        | <p>Zur Messung der Luftschadstoffbelastungen NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> stellt nach 39. BImSchV die Chemilumineszenzmessung das Referenzverfahren dar. Die zeitliche Auflösung der Erfassung liegt bei wenigen Sekunden und zudem ist bei vielen Geräten ein Online-Monitoring möglich. Daneben können zur NO<sub>2</sub>-Messung auch Passivsammler, welche keine Stromversorgung benötigen. Aufgrund des erforderlichen Wechsels des verbauten Röhrchens in größeren Abständen (ca. 2 Wochen bis 2 Monate) sind zeitlich hochaufgelöste Untersuchungen nicht möglich.</p> <p>Um das Jahresmittel und die Überschreitungstage ermitteln zu können, sind allerdings die Messungen auf ein Jahr auszuweiten.</p> <p>Zur Messung der Lärmbelastungen können Schallpegelmessgeräte verwendet werden. Allerdings ist zu beachten, dass die Lärmmessung von den jeweils gerade vorherrschenden Randbedingungen abhängt (bspw. Witterungseinflüsse, Hintergrundgeräusche oder auch schwer erfassbare – auch längerfristige – zeitliche Schwankungen der Verkehrsstärke) und demzufolge nur Momentaufnahmen zulässt.</p> |
| Turnus                           | „Die Einhaltung von Grenzwerten direkt messbarer Umfeldbeeinträchtigungen (z. B. Lärm durch akustische Signalgeber) ist bei der Inbetriebnahme zu prüfen. Während des Betriebs sollte regelmäßig die Einhaltung von Grenzwerten kontrolliert werden.“ (BERNHARD & GRAHL, 2009)   |
| Datenquellen                     | -  |
| Umsetzungsaufwand                | hoch   |

## Verkehrsablauf

| <b>Ermittlung und Bewertung der mittleren Wartezeit für IV</b> |   |
|--|---|
| Qualitätsmerkmal   | mittlere Wartezeit für IV   |
| Beschreibung der Maßnahme                                      | <p>Zur Ermittlung der mittleren Wartezeit <math>t_w</math> für einen unbehindert abfließenden Verkehrsstrom können nach FGSV (2015A) folgende Gleichungen herangezogen werden:</p> $t_{w,j} = t_{w,G,j} + t_{w,R,j}$ <p>mit</p> <p><math>t_{w,j}</math> mittlere Wartezeit der Kraftfahrzeuge auf dem Fahrstreifen j [s]</p> <p><math>t_{w,G,j}</math> Grundwartezeit [s]</p> <p><math>t_{w,R,j}</math> Wartezeit aufgrund des Rückstaus bei Freigabezeitende [s]</p> |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung)

| <b>Ermittlung und Bewertung der mittleren Wartezeit für IV</b> |  |
|--|--|
| Beschreibung der Maßnahme                                      | $t_{W,G,j} = \frac{t_U * (1 - f_{A,j})^2}{2 * (1 - \min(1; x_j) * f_{A,j})}$ <p>mit</p> <p><math>t_U</math> Umlaufzeit [s]</p> <p><math>f_{A,j}</math> Abflusszeitanteil des Fahrstreifens j = <math>t_{A,j}/t_U</math> [-]</p> <p><math>t_{A,j}</math> Abflusszeit des Fahrstreifens j [s]</p> <p><math>x_j</math> Auslastungsgrad des Fahrstreifens j [-]</p> $t_{W,R,j} = \frac{N_{GE,j} * 3600}{C_{0,i,j}}$ <p>mit</p> <p><math>N_{GE,j}</math> mittlere Rückstaulänge bei Freigabezeitende auf dem Fahrstreifen j [Kfz]</p> <p><math>C_{0,i,j}</math> Kapazität des Verkehrsstroms i auf dem Fahrstreifen j [Kfz/h]</p> <p>Die Gleichungen zur Berechnung der einzelnen Komponenten sind FGSV (2015A) zu entnehmen. Zudem wird die Berechnung der mittleren Wartezeit für einen Fahrstreifen mit bedingt verträglichem Abbiegerstrom, für einen Mischfahrstreifen, für einen Fahrstreifen mit zusätzlichem kurzem Aufstellstreifen und für einen koordinierten Verkehrsstrom erläutert.</p> |
| Turnus   | „Nach LSA-Inbetriebnahme sind durch Beobachtungen und ggf. Messungen die erreichten Werte der Kenngrößen [Wartezeiten, Zahl der Halte, Rückstaulänge] zu ermitteln und die erreichte Qualitätsstufe festzulegen. Sind nach einer Hard- und/oder Softwareanpassung 3-5 Jahre vergangen, sollte eine turnusmäßige Beurteilung der Leistungsfähigkeit erfolgen. Außerdem muss bei ereignisbezogenen Veränderungen der Rahmenbedingungen eine Überprüfung der Leistungsfähigkeit stattfinden.“ (BERNHARD & GRAHL, 2009)  |
| Datenquellen   | Freigabezeit, Umlaufzeit: Steuergerät, Signalakte<br>Verkehrsstärke: Zählungen, Querschnittserfassung mit fest installierten Detektoren, manuelle Querschnittserfassung, Kennzeichenerfassungssysteme (vgl. FGSV, 2012A)   |
| Umsetzungsaufwand  | gering-mittel  |

| <b>Ermittlung und Bewertung der mittleren Wartezeit für ÖV</b> |  |
|--|--|
| Qualitätsmerkmal   | mittlere Wartezeit für ÖV  |
| Beschreibung der Maßnahme                                      | <p>Zur Ermittlung der mittleren Wartezeit <math>t_w</math> für Fahrzeuge des ÖV auf Sonderfahrstreifen kann nach FGSV (2015A) folgende Gleichung herangezogen werden:</p> $t_{W,j} = \frac{t_{S,j}}{t_U} * \left( \frac{t_{S,j}}{2} + t_{az,j} \right)$ <p>mit</p> <p><math>t_{W,j}</math> mittlere Wartezeit der Fahrzeuge des ÖPNV auf dem Sonderfahrstreifen j [s]</p> <p><math>t_{S,j}</math> geschaltete Sperrzeit für den Sonderfahrstreifen j [s]</p> <p><math>t_U</math> Umlaufzeit [s]</p> <p><math>t_{az,j}</math> Anfahrzeitzuschlag für Fahrzeuge des ÖPNV auf dem Sonderfahrstreifen j [s]</p> <p>Die Gleichung zur Berechnung des Anfahrzeitzuschlags ist FGSV (2015A) zu entnehmen.</p> |

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)



(Fortsetzung)

| <b>Ermittlung und Bewertung der mittleren Wartezeit für ÖV</b> |  |
|--|--|
| Turnus   | „Nach LSA-Inbetriebnahme bzw. deren Erweiterung sind durch Verkehrsbeobachtungen und ggf. Messungen die erreichten Werte der Kenngrößen [turnusmäßig oder bei sonstigen Hinweisen (Zyklus 3-5 Jahre)] zu evaluieren und bei Erfordernis die Signalsteuerung zu modifizieren.“ (BERNHARD & GRAHL, 2009) |
| Datenquellen   | Sperrzeit, Umlaufzeit: Steuergerät, Signalakte   |
| Umsetzungsaufwand  | gering   |

| <b>Ermittlung und Bewertung der maximalen Wartezeit</b> |  |
|---|--|
| Qualitätsmerkmal  | maximale Wartezeit für FG, maximale Wartezeit für Rad  |
| Beschreibung der Maßnahme                               | <p>Zur Ermittlung der mittleren Wartezeit im Fußgänger- und Radverkehr kann nach FGSV (2015A) die Querung einer Zufahrt über eine Furt ohne Mittelinsel folgende Gleichung herangezogen werden:</p> $t_{W,max} = t_s$ <p>mit</p> <p><math>t_{W,max}</math> maximale Wartezeit für Fußgänger bzw. Radfahrer [s]</p> <p><math>t_s</math> Sperrzeit für den Fußgänger- bzw. Radverkehrsstrom [s]</p> <p>Bei der Berechnung der maximalen Wartezeiten für Fußgänger und Radfahrer für die Querung einer Zufahrt über zwei durch eine Mittelinsel getrennte Furten sind zusätzlich die Wartezeiten auf der Mittelinsel zu berücksichtigen. Hierzu sind die Angaben nach FGSV (2015A) zu beachten. Zudem wird die Berechnung der maximalen Wartezeit für die Querung einer Zufahrt über mehr als zwei durch Verkehrsinseln getrennte Furten beschrieben.</p> |
| Turnus  | „Nach LSA-Inbetriebnahme bzw. deren Erweiterung sind durch Verkehrsbeobachtungen und ggf. Messungen die erreichten Werte der Kenngrößen [turnusmäßig oder bei Auftreten von Hinweisen der Verkehrsteilnehmer (Zyklus 3-5 Jahre)] zu evaluieren und bei Erfordernis die Signalsteuerung zu modifizieren.“ (BERNHARD & GRAHL, 2009)  |
| Datenquellen  | Sperrzeit: Steuergerät, Signalakte   |
| Umsetzungsaufwand                                       | gering   |

| <b>Messungen vor Ort</b>  |   |
|---------------------------|---|
| Qualitätsmerkmal          | mittlere Wartezeit für IV, mittlere Wartezeit für ÖV, maximale Wartezeit für FG, maximale Wartezeit für Rad   |
| Beschreibung der Maßnahme | Mit Messungen können vor Ort Merkmale erfasst werden, die stetige Werte annehmen können. Manuelle Messungen mittels Messgeräten, wie z. B. Stoppuhren, ermöglichen neben der Erfassung von Räumzeiten bzw. -geschwindigkeiten auch die Erfassung von Wartezeiten an einem Knotenpunkt. (FGSV, 2012A)                              |
| Turnus                    | „Nach LSA-Inbetriebnahme bzw. deren Erweiterung sind durch Verkehrsbeobachtungen und ggf. Messungen die erreichten Werte der Kenngrößen [turnusmäßig oder bei Auftreten von Hinweisen der Verkehrsteilnehmer (Zyklus 3-5 Jahre)] zu evaluieren und bei Erfordernis die Signalsteuerung zu modifizieren.“ (BERNHARD & GRAHL, 2009) |
| Datenquellen              | -   |
| Umsetzungsaufwand         | mittel  |

| <b>Messfahrten</b>        |   |
|---------------------------|---|
| Qualitätsmerkmal          | mittlere Wartezeit für IV, mittlere Wartezeit für ÖV  |
| Beschreibung der Maßnahme | „Für Messfahrten in einem eigenen Fahrzeug gelten folgende Voraussetzungen: entweder ist das Fahrzeug als „Messfahrzeug“ ausgestattet und die Messdaten können während der Fahrt aus einem Datenspeicher abgerufen werden oder aber eine zweite Person hält die entsprechenden Daten händisch fest.“ (FGSV, 2012A) „Als Messfahrzeug dient ein gewöhnlicher Pkw, der mit einem GPS-Empfänger und einem Gerät zum Mitschreiben der GPS-Daten ausgestattet ist. Dieses Fahrzeug fährt ausgewählte Routen im Untersuchungsgebiet ab und protokolliert so die Weg-Zeit-Verläufe entlang dieser Routen.“ (BOLTZE ET AL., 2010) |
| Turnus                    | „Nach LSA-Inbetriebnahme bzw. deren Erweiterung sind durch Verkehrsbeobachtungen und ggf. Messungen die erreichten Werte der Kenngrößen [turnusmäßig oder bei Auftreten von Hinweise der Verkehrsteilnehmer (Zyklus 3-5 Jahre)] zu evaluieren und bei Erfordernis die Signalsteuerung zu modifizieren.“ (BERNHARD & GRAHL, 2009)  |
| Datenquellen              | -   |
| Umsetzungsaufwand         | mittel-hoch   |

### *Betriebssicherheit/Wirtschaftlichkeit*

| <b>Prüfung der Ausfallhäufigkeit der Anlagenkomponenten</b> |   |
|---|---|
| Qualitätsmerkmal  | Ausfallhäufigkeit   |
| Beschreibung der Maßnahme                                   | „Für die Analyse und Bewertung werden die Störungsbücher und Betriebsprotokolle der LSA und, wenn vorhanden, der Verkehrsrechner ausgewertet. Ebenso sind Hinweise der Polizei, des ÖV-Personals und anderer Verkehrsteilnehmer aufzunehmen. Neben den absoluten Zahlen je Zeitintervall sind relative Aussagen, z. B. Ausfallrate, zu generieren und zu dokumentieren. Treten häufiger Abweichungen vom Regelbetrieb und Ausfälle auf, ist eine örtliche Überprüfung der LSA zu veranlassen. Dabei ist zwischen möglichen Fehlern in der Steuerungslogik und physischen Ausfällen der Anlagenkomponenten zu unterscheiden. Zur Qualitätsbeurteilung gehören auch die Kontrolle der Einhaltung von vorgeschriebenen Wartungszyklen und die Dauer der Störungsbeseitigung.“ (BERNHARD & GRAHL, 2009) |
| Turnus  | „Wegen des großen Einfluss auf Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf sollte die Analyse der Betriebs- und Störungsdaten regelmäßig erfolgen (z. B. einmal im Jahr).“ (BERNHARD & GRAHL, 2009)   |
| Datenquellen  | Betriebsdaten, Prozessdaten: Störungsbücher und Betriebsprotokolle der LSA sowie Verkehrsrechner<br>Weitergehende Hinweise: Polizei, ÖV-Personals, Verkehrsteilnehmer   |
| Umsetzungsaufwand   | mittel  |

| <b>Visuelle Prüfung</b>   |  |
|---------------------------|--|
| Qualitätsmerkmal          | Anlagenzustand   |
| Beschreibung der Maßnahme | „Steuergerät, Maste, Signalgeber, Detektoren und Tiefbauinfrastruktur unterliegen dem Verschleiß und müssen daher regelmäßig visuell [...] geprüft werden. Das betrifft ihre vollständige und ordnungsgemäße Installation sowie den Materialzustand.“ (BERNHARD & GRAHL, 2009) |

*(Fortsetzung auf der nächsten Seite)*

*(Fortsetzung)*

| <b>Visuelle Prüfung</b>   |   |
|---------------------------|---|
| Beschreibung der Maßnahme | „Bei transportablen Lichtsignalanlagen müssen während der Betriebszeit besonders intensiv überwacht werden. Dies betrifft vor allem den festgelegten Standort, die Ausrichtung der Signalgeber auf die zugehörigen Verkehrsteilnehmer, die Sicherheit der Stromversorgung, die Einhaltung der Durchfahrthöhen unter Freileitungen und die Kabelführung auf Flächen für den Fußgängerverkehr.“ (FGSV, 2015B) |
| Turnus                    | regelmäßig  |
| Datenquellen              | -   |
| Umsetzungsaufwand         | mittel  |

| <b>Prüfung des Zustands der Anlagenkomponenten</b> |  |
|--|--|
| Qualitätsmerkmal                                   | Anlagenzustand   |
| Beschreibung der Maßnahme                          | „Steuergerät, Maste, Signalgeber, Detektoren und Tiefbauinfrastruktur unterliegen dem Verschleiß und müssen daher regelmäßig [...] messtechnisch geprüft werden. Das betrifft ihre vollständige und ordnungsgemäße Installation sowie den Materialzustand.“ (BERNHARD & GRAHL, 2009) |
| Turnus   | regelmäßig   |
| Datenquellen                                       | -  |
| Umsetzungsaufwand                                  | mittel-hoch  |

**Legende:**

FG: Fußgängerverkehr  
ÖV: Öffentlicher Verkehr

IV: Individualverkehr  
Rad: Radverkehr

LSA: Lichtsignalanlage

### 3.6. Beschreibung der Korrekturmaßnahmen

| <b>Änderungen der verkehrsplanerischen und strategischen Rahmenbedingungen</b> |   |
|--|---|
| Fehler   | Unfallhäufungen, Überschreitung der Unfallkostenrate, Überschreitung der Unfallkostendichte, Überschreitung des Immissionsgrenzwerts für Lärm, Überschreitung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittel, Überschreitung der Überschreitungstage für NO <sub>2</sub> , Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV, Überschreitung der maximalen Wartezeit für FG und Rad   |
| Beschreibung der Maßnahme  | „Änderungen der verkehrsplanerischen und strategischen Rahmenbedingungen sind erforderlich, wenn mit [...] [anderen Maßnahmen] keine Verbesserung erreicht werden kann oder wenn sie zur Unterstützung anderer Maßnahmen benötigt werden. Hierzu zählen die Verlagerung von Verkehrsströmen in den Verkehrsnetzen [durch eine Sperrung, Umlenkung oder Zuflussteuerung], städtebauliche Änderungen im Umfeld oder grundsätzliche strategische Entscheidungen wie die Bevorrechtigung von Verkehrsteilnehmergruppen.“ (FGSV, 2014B; FGSV, 2015B) |
| Turnus   | nach Auftreten des jeweiligen Fehlers   |
| Datenquellen   | Knotenpunktlayout: Signalakte<br>Strategisches Verkehrsnetz: Verkehrsmanagementplan   |
| Umsetzungsaufwand  | hoch  |

| <b>Anpassungen an den Anlagen</b> |   |
|-----------------------------------|---|
| Fehler                            | Hohe Ausfallhäufigkeit, schlechter Anlagenzustand   |
| Beschreibung der Maßnahme         | „Zu Anpassungen an den Anlagen zählen die Erneuerung oder Ergänzung von Signalgebern, Detektoren, Steuergeräten oder Kommunikationseinrichtungen.“ (FGSV, 2014B; FGSV, 2015B) |
| Turnus                            | nach Auftreten des jeweiligen Fehlers   |
| Datenquellen                      | -   |
| Umsetzungsaufwand                 | mittel-hoch   |

| <b>Anpassung der Vorgabezeiten</b> |   |
|------------------------------------|---|
| Fehler                             | Unfallhäufungen, Überschreitung der Unfallkostenrate, Überschreitung der Unfallkostendichte   |
| Beschreibung der Maßnahme          | Um Vorrang der FG und Rad vor einem bedingt verträglich abbiegenden Fahrzeugstrom zu gewährleisten und so ggf. gefährliche Situationen zu vermeiden, ist ein Zeitvorsprung für die Querung einer oder mehreren Furt vorzusehen. |
| Turnus                             | nach Auftreten des jeweiligen Fehlers   |
| Datenquellen                       | Vorgabezeiten: Signalakte   |
| Umsetzungsaufwand                  | gering  |

| <b>Anpassung der Zwischenzeiten</b> |   |
|-------------------------------------|---|
| Fehler                              | Unfallhäufungen, Überschreitung der Unfallkostenrate, Überschreitung der Unfallkostendichte   |
| Beschreibung der Maßnahme           | „Die Zwischenzeiten können dem jeweiligen tatsächlichen Räumvorgang angepasst werden, wenn dieser vom Bedienungspersonal beobachtet oder mit speziellen Techniken (z. B. durch Belegungsüberwachung der Konfliktstrecke) überwacht wird.“ FGSV(2015B) |
| Turnus                              | nach Auftreten des jeweiligen Fehlers   |
| Datenquellen                        | Zwischenzeiten: Signalakte  |
| Umsetzungsaufwand                   | gering  |

| <b>Bauliche Maßnahmen</b> |   |
|---------------------------|---|
| Fehler                    | Unfallhäufungen, Überschreitung der Unfallkostenrate, Überschreitung der Unfallkostendichte, Überschreitung des Immissionsgrenzwerts für Lärm, Überschreitung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittel, Überschreitung der Überschreitungstage für NO <sub>2</sub> , Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV, Überschreitung der maximalen Wartezeit für FG und Rad |
| Beschreibung der Maßnahme | „Mit baulichen Maßnahmen wird eingegriffen in das Flächenangebot, die Breite, die Länge und die Zuordnung von Fahrstreifen sowie die Ausstattungselementen des Knotenpunkts wie Markierungen, Beschilderung oder Leiteinrichtungen.“ (FGSV, 2014A, FGSV, 2014B; FGSV, 2015B)  |
| Turnus                    | nach Auftreten des jeweiligen Fehlers   |
| Datenquellen              | Knotenpunktlayout: Signalakte   |
| Umsetzungsaufwand         | hoch  |

| <b>Einrichtung einer simultanen oder progressiven Signalisierung der Furten</b> |  |
|---|--|
| Fehler  | Überschreitung der maximalen Wartezeit für FG und Rad  |
| Beschreibung der Maßnahme   | „Bei der <i>simultanen Signalisierung</i> wird an den Fahrbahnrandern und auf dem Fahrbahnteiler zur selben Zeit das gleiche Signal gezeigt. Die Fußgängerfreigabezeiten sollen dabei mindestens so lang bemessen werden, dass ein Fußgänger, der zu Beginn der Freigabezeit am Fahrbahnrand startet und die Furten mit der rechnerischen Räumgeschwindigkeit quert, vor dem Ende der Freigabezeit mindestens die Mitte der zweiten Richtungsfahrbahn erreicht. [...] Mit der <i>progressiven Signalisierung</i> soll verhindert werden, dass Fußgänger auf dem Mittelstreifen bzw. Fahrbahnteiler zum Stehen kommen, insbesondere wenn dort ausreichend große Aufstellfläche vorhanden ist. Dazu kann gegebenenfalls das Fußgängersignal auf dem Mittelstreifen bzw. Fahrbahnteiler früher von Grün auf Rot geschaltet werden als das Signal am gegenüberliegenden Fahrbahnrand.“ (FGSV, 2015B) |
| Turnus  | nach Auftreten des jeweiligen Fehlers  |
| Datenquellen  | Freigabezeiten: Signalakte   |
| Umsetzungsaufwand   | gering-mittel  |

| <b>Einrichtung eines Überholverbots</b> |  |
|---|--|
| Fehler                                  | Überschreitung des Immissionsgrenzwerts für Lärm, Überschreitung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittels, Überschreitung der Überschreitungstage für NO <sub>2</sub> , Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV                       |
| Beschreibung der Maßnahme               | Um den Verkehr auf einem bestimmten Streckenabschnitt zu beeinflussen, können dauerhaft oder unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrs- und/oder Umweltlage Überholvorgänge verboten werden. (in Anlehnung an BOLTZE ET AL., 2012)       |
| Turnus                                  | nach Auftreten des jeweiligen Fehlers  |
| Datenquellen                            | Verkehrsstärke/-art: Zählungen, Querschnitterfassung mit fest installierten Detektoren, manuelle Querschnitterfassung, Kennzeichenerfassungssysteme (vgl. FGSV, 2012A)<br>Lärm- und/oder Luftschadstoffbelastung: siehe Überwachungsmaßnahme |
| Umsetzungsaufwand                       | mittel-hoch  |

| <b>Ergreifung von Ersatzmaßnahmen</b> |  |
|---------------------------------------|--|
| Fehler                                | Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV, Überschreitung der maximalen Wartezeit für FG und Rad, hohe Ausfallhäufigkeit, schlechter Anlagenzustand   |
| Beschreibung der Maßnahme             | Um die Ausfallhäufigkeit der einzelnen LSA-Komponenten zu reduzieren, sind die bereits im Vorfeld als Vorbeugungsmaßnahme definierten Ersatzmaßnahmen zu ergreifen. Vgl. hierzu Vorbeugungsmaßnahme „Berücksichtigung von Ersatzmaßnahmen“ (Kapitel 3.3) |
| Turnus                                | nach Auftreten des jeweiligen Fehlers  |
| Datenquellen                          | -  |
| Umsetzungsaufwand                     | gering-mittel  |

| <b>Ersetzen der LSA-Komponenten</b> |   |
|-------------------------------------|---|
| Fehler                              | Hohe Ausfallhäufigkeit, schlechter Anlagenzustand   |
| Beschreibung der Maßnahme           | Um den schlechten Zustand bzw. den Ausfall der LSA oder einzelner Komponenten zu korrigieren, können veraltete Techniken bzw. Komponenten durch neuere Techniken bzw. Komponenten ersetzt werden. So können bspw. akustische Signale eingesetzt werden, die sich an den Umgebungslärm anpassen, um eine direkte Verringerung der akustischen Umfeldbeeinträchtigung herbeizuführen. |
| Turnus                              | nach Auftreten des jeweiligen Fehlers   |
| Datenquellen                        | -   |
| Umsetzungsaufwand                   | mittel-hoch   |

| <b>Geschwindigkeitsbeschränkung</b> |  |
|-------------------------------------|--|
| Fehler                              | Überschreitung des Immissionsgrenzwerts für Lärm, Überschreitung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittels, Überschreitung der Überschreitungstage für NO <sub>2</sub>  |
| Beschreibung der Maßnahme           | Um den Verkehr auf einem bestimmten Streckenabschnitt zu beeinflussen, kann die Höchstgeschwindigkeit auf dem Abschnitt für alle oder nur für bestimmte Fahrzeuge dauerhaft oder in Abhängigkeit der aktuellen Verkehrs- und/oder Umweltlage angepasst werden. (in Anlehnung an BOLTZE ET AL., 2012) |
| Turnus                              | nach Auftreten des jeweiligen Fehlers  |
| Datenquellen                        | Verkehrsstärke/-art: Zählungen, Querschnitterfassung mit fest installierten Detektoren, manuelle Querschnitterfassung, Kennzeichenerfassungssysteme (vgl. FGSV, 2012A)<br>Lärm- und/oder Luftschadstoffbelastung: siehe Überwachungsmaßnahme   |
| Umsetzungsaufwand                   | mittel-hoch  |

| <b>Maßnahmen gemäß FGSV (2001B)</b> |   |
|-------------------------------------|---|
| Fehler                              | Unfallhäufungen (, Überschreitung der Unfallkostenrate, Überschreitung der Unfallkostendichte)  |
| Beschreibung der Maßnahme           | In FGSV (2001B) werden Maßnahmen gegen Unfallhäufungen getrennt nach den Konfliktfällen bei Abbiege-Unfällen und bei Einbiegen/Kreuzen-Unfällen für Knotenpunkte mit LSA beschrieben. Entsprechend der Unfallursache, wie bspw. mangelnde Erkennbarkeit des Signalgebers oder das Fehlen einer separaten Phase für den Abbiegestrom, werden Korrekturmaßnahmen, wie z. B. Verdeutlichung der Signalgeber durch helle Sichtblenden oder die Einrichtung einer Phase für den Abbiegestrom, empfohlen. |
| Turnus                              | nach Auftreten des jeweiligen Fehlers   |
| Datenquellen                        | Knotenpunktlayout, Signalprogramm, Phaseneinteilung: Signalakte   |
| Umsetzungsaufwand                   | gering-mittel   |

| <b>Parameteranpassung</b> |  |
|---------------------------|--|
| Fehler                    | Unfallhäufungen, Überschreitung der Unfallkostenrate, Überschreitung der Unfallkostendichte, Überschreitung des Immissionsgrenzwerts für Lärm, Überschreitung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittels, Überschreitung der Überschreitungstage für NO <sub>2</sub> , Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV, Überschreitung der maximalen Wartezeit für FG und Rad                     |
| Beschreibung der Maßnahme | „Parameteranpassung sind Änderungen von Steuerungskenngrößen wie Schwellen- und Grenzwerte für Zeitlücken, Mindestfreigabezeiten, Zeitfenster für Anforderungen oder Versatzzeiten. In die Steuerungslogik wird nicht eingegriffen.“ (FGSV, 2014B; FGSV, 2015B) Daneben können noch weitere Signalprogrammelemente, wie Umlaufzeit, Freigabezeit, Phasenzahl und Phasenfolge angepasst werden. |
| Turnus                    | nach Auftreten des jeweiligen Fehlers  |
| Datenquellen              | Parameter: Signalakte  |
| Umsetzungsaufwand         | gering   |

| <b>Strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung</b> |   |
|--|---|
| Fehler   | Unfallhäufungen, Überschreitung der Unfallkostenrate, Überschreitung der Unfallkostendichte, Überschreitung des Immissionsgrenzwerts für Lärm, Überschreitung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittel, Überschreitung der Überschreitungstage für NO <sub>2</sub> , Überschreitung der mittleren Wartezeit für IV und ÖV, Überschreitung der maximalen Wartezeit für FG und Rad, hohe Ausfallhäufigkeit   |
| Beschreibung der Maßnahme                            | „Strukturelle Änderungen der Verkehrssteuerung betreffen bei Festzeitprogrammen vor allem die Anzahl der Signalprogramme und deren Phaseneinteilung. [So sind bspw. bedingt verträglicher Verkehrsströme zu vermeiden.] Bei verkehrsabhängigen Steuerungen sind es auch die logischen Abläufe zur Anforderung und zur Bemessung von Freigabezeiten. Außerdem umfassen diese Maßnahmen den Umgang mit Störungen und die dafür vorgesehenen Rückfallebenen.“ (FGSV, 2014B; FGSV, 2015B) |
| Turnus   | nach Auftreten des jeweiligen Fehlers   |
| Datenquellen   | Signalprogramm, Phaseneinteilung: Signalakte  |
| Umsetzungsaufwand                                    | gering-mittel   |

**Legende:**

FG: Fußgängerverkehr  
ÖV: Öffentlicher Verkehr

IV: Individualverkehr  
Rad: Radverkehr

LSA: Lichtsignalanlage



---

### 3.7. Weitergehende Literatur

- DIN 6163:2015-01:** Farben und Farbgrenzen für Signallichter bei der Eisenbahn und im öffentlichen Nahverkehr. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN 18024-1:** Barrierefreie Umwelt: Straßen, Plätze, Wege, öffentliche Verkehrs- und Grünanlagen sowie Spielplätze; Planungsgrundlagen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN 32974:2000-02:** Akustische Signale im öffentlichen Bereich – Anforderungen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN 32981:2014-06:** Zusatzeinrichtung für Blinde und Sehbehinderte an Straßenverkehrs-Signalanlagen (SVA) – Anforderungen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN 67527-1:2001-05:** Lichttechnische Eigenschaften von Signallichtern im Verkehr - Teil 1: Ortsfeste Signallichter im Straßenverkehr. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN CLC/TS 50509:2008-05:** Anwendung von LED-Signalleuchten für Straßenverkehrs-Signalanlagen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN 12352:2015-02:** Anlagen zur Verkehrssteuerung - Warn- und Sicherheitsleuchten. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN 12368:2014-09:** Lichtzeichenanlagen – Anlagen zur Verkehrssteuerung– Signalleuchten. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN 12675:2000-12:** Anlagen zur Verkehrssteuerung - Steuergeräte für Lichtsignalanlagen - Funktionale Sicherheitsanforderungen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN 50293:2013-02:** Straßenverkehrs-Signalanlagen - Elektromagnetische Verträglichkeit. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN VDE V 0832-300:2014-12:** Technische Festlegungen für den Einsatz von LED-Signalgebern für Straßenverkehrs- Signalanlagen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN VDE V 0832-110:2013-01:** Straßenverkehrs-Signalanlagen - Teil 110: Technische Festlegungen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN V VDE V 0832-500:2008-01:** Sicherheitsrelevante Software für Straßenverkehrs-Signalanlagen. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin